

Днепропетровская областная организация
Украинского общества охраны природы

Дворецкий А. И., Байдак Л. А., Ломакин П.И.

ГИДРОЭКОЛОГИЯ ПРИДНЕПРОВЬЯ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

**Научные и информационно-методические материалы
«Гидроэкология Приднепровья: история, современное
состояние, перспективы» для участников конференции
и экологической общественности.**

Дніпропетровськ
«Гамалія»
2010

УДК 502.51(477.63)

ББК 26.22(4Укр-4Дні)

Д 24

Під загальною редакцією П.І. Ломакіна

У цьому виданні висвітлені гідроекологічні проблеми Придніпровського регіону, фактори, що привели до їх накопичення, сучасний стан та можливі шляхи їх вирішення. Детально викладено причини, що привели до формування та тісного переплетення екологічних проблем регіону: гідробудівництво на Дніпрі (зарегулювання річкової течії греблею Дніпрогесу та формування каскаду дніпровських водосховищ, що перетворили Дніпро з проточної ріки на низку озероподібних утворень) та бурхливий розвиток на базі електроенергії гідроелектростанцій, промисловості, що супроводжувався підвищеннем забруднення навколошнього середовища. Поява в світ цього видання сприятиме популяризації знань серед населення та відіграватиме позитивну роль у його екологічному вихованні.

Д 24 Гидроэкология Приднепровья: история, современное состояние, перспективы. Д.: Видавничо-творчий центр «Гамалія», 2010. – 112 с.

ISBN 978-966-467-096-5

В этом издании освещены гидроэкологические проблемы Приднепровского региона, факторы, что привели к их накоплению, современное состояние и возможные пути их решения. Детальное изложение причин, что привели к формированию и тесному переплетению экологических проблем региона: гидротехническое строительство на Днепре (зарегулирование речного течения дамбой ДнепроГЭСа и формирование каскада днепровских водохранилищ, превративших Днепр из проточной реки в ряд озероподобных образований), бурное развитие на базе электроэнергии гидроэлектростанций промышленности, что сопровождалось повышением загрязнения окружающей среды. Появление в свет этого издания будет способствовать популяризации знаний среди населения и играть позитивную роль в его экологическом воспитании.

Автор фотографії на обкладинці Володимир Вербицький

УДК 502.51(477.63)

ББК 26.22(4Укр-4Дні)

ISBN 978-966-467-096-5

© Дворецкий А.И., Байдак Л. А.,
Ломакин П. И.

© «Гамалія», 2010

Своим зарождением и дальнейшим развитием днепропетровская научная гидробиологическая школа тесно связана с основанием в августе 1927 года Днепропетровской государственной гидробиологической станции.

Днепропетровская гидробиологическая станция была основана в соответствии с правительственным постановлением, поддержавшим инициативу заведующего кафедрой ботаники Днепропетровского университета профессора-альголога Дмитрия Онисифоровича Свиренко (5.XI.1888–26. XI.1944 гг.) о необходимости создания специализированного научно-исследовательского учреждения, нацеленного на гидробиологическое изучение водохранилища, которое в конце 20-х – начале 30-х годов XX ст. планировалось создать на порожистом участке Днепра.



**Основатель
Днепропетровской гидробиологической
станции профессор Д. О. СВИРЕНКО**

В соответствии с планами электрификации ГОЭЛРО, будущее водохранилище, как составная часть Днепровского гидроэнергетического комплекса, должно было появиться в результате строительства плотины гидроэлектростанции на Днепре в районе Кичкаса (г. Запорожье). 2285-километровый Днепр, главная водная артерия Украины и третья по величине река Европы, издавна являлся составной частью важного трансевропейского торгового пути «из варяг в греки».



Однако из-за наличия днепровских порогов – уникального природного феномена (выход среди степных просторов скальных образований Украинского кристаллического щита, представленных 9 большими порогами, 30 малыми и множеством скалистых заборов), Днепр никогда не был полностью судоходен. Еще Геродот в V в. до н.э. писал: «До Герроса, где могилы

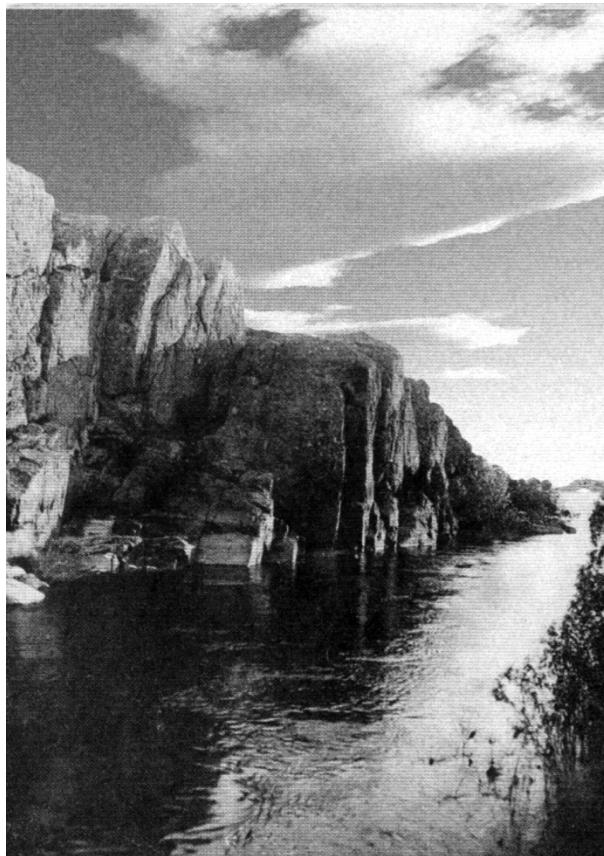
скифских царей, Борисфен еще проходил для суден». С тех пор пороги упоминаются во всех описаниях Днепра – «самой щедрой, самой выгодной» реки.

На участке Днепра длиной в 60 верст – между старинными селами Кодаком и Кичкасом – уровень воды падал на 30,85 метра. Вода здесь не замерзала даже в самые лютые морозы, а ее рев был слышен на несколько километров вокруг.

№ п/п	Пороги (по течению)	Длина (м)	Перепад воды (м)
1.	Старо-Кайдакский	510	1,81
2.	Сурской	85	0,50
3.	Лоханский	320	1,69
4.	Звонецкий	235	1,18
5.	Ненасытец	870	5,45
6.	Вовнижский	775	3,25
7.	Будиловский	320	1,05
8.	Лишний	150	0,26
9.	Вольный	900	1,78

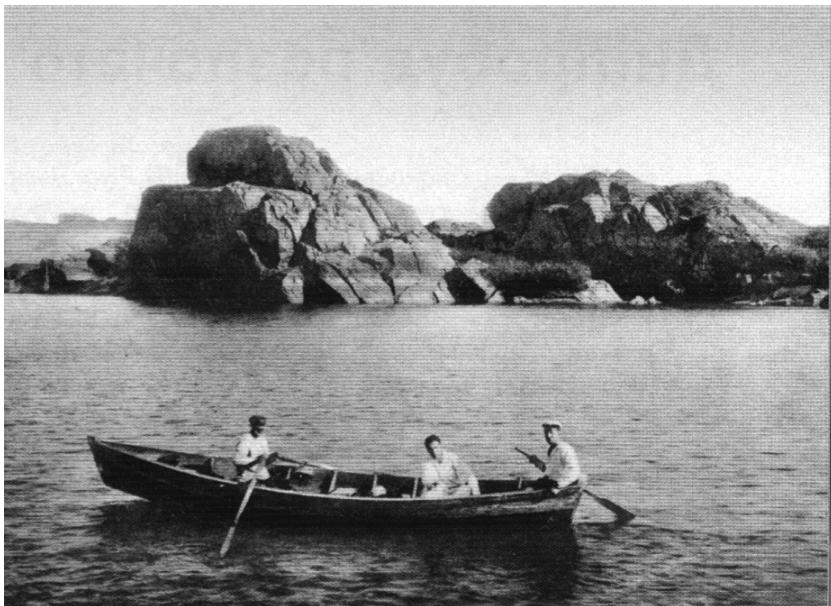
Лишь местные смельчаки-лоцманы отваживались проводить суда «казацким ходом». Недалеко от Екатеринослава (Днепропетровска) было селение лоцманов – Лоцманская Каменка. В XVIII столетии отсутствие сплошной навигации по Днепру стало фактором, сдерживающим экономическое развитие.

С 1778 г. предпринимались попытки подрыва порогов пороховыми зарядами, но безуспешно. Выдвигались также десятки различных проектов решения этой проблемы, но добиться сплошного судоходства по Днепру не удавалось.



В 1905 г. инженеры Г. А. Графтио и С. П. Максимов впервые предложили перегородить порожистый участок Днепра тремя плотинами с гидравлическими шлюзами и электростанциями. Таким образом, к решению транспортной проблемы была приобщена идея использования энергии течения реки.

Наиболее удачным проектом, успешно решающим проблемы Днепра и ставшим основой планов строительства Днепрогэса, стал проект профессора **Ивана Гавриловича Александрова**. Творчески переработав всю информацию о

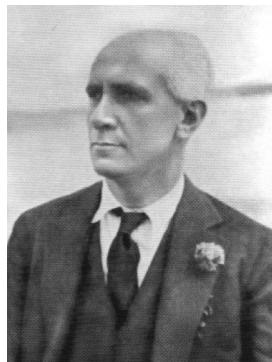


геологических и гидрогеологических особенностях порожистой части реки, собранную его предшественниками, их схемы и проекты, он подготовил проект самой большой на то время гидроэлектростанции в Европе. Повышение уровня воды плотиной гидроэлектростанции должно было одновременно и затопить днепровские пороги, и создать условия для вращения, под действием силы падающей воды, турбин, вырабатывавших электроэнергию. Планировалось также использовать будущее водохранилище для водоснабжения Приднепровья, для ведения рыбного хозяйства и т. д.

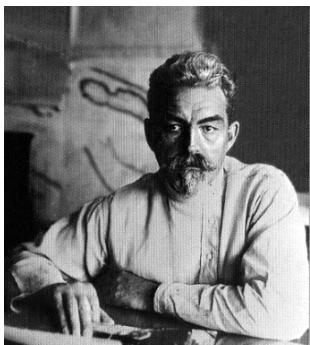
В плане ГОЭЛРО, принятом в 1920 г., было записано: «Со-средоточивая в одном месте падение реки, наблюдаемое ныне в пределах порожистой части р. Днепра, можно создать гидроэлектрическую станцию колоссальной мощности, и вместе с тем превратить этот, ныне порожистый участок Днепра, в судоходный».

Решая проблему комплексно, И. Г. Александров также экономически обосновал необходимость создания на основе электроэнергии Днепрогэса ряда энергоемких супер заводов (завод листовых сталей «Запорожсталь», алюминиевый, коксохимический, ферросплавный, «Днепропресссталь» и т. п.), нового города для рабочих этих заводов; разработал проект железной дороги Запорожье – Донбасс–Сталинград и даже предусмотрел необходимость в будущем создания Каховского гидроузла. 7. II. 1927 г. вышло постановление Совнаркома «О назначении персонального состава правления Днепровского строительства, управления главного инженера и председателя технического совета» в таком составе: председатель правления Э. И. Квириング, заместитель И. Г. Александров (председатель техсовета); члены правления – А. В. Винтер (начальник строительства), заместители: Б. Е. Веденеев (главный инженер),

П. П. Роттерт (инженер-строитель).



Автор проекта
Днепрогэса
профессор
И.Г. АЛЕКСАНДРОВ



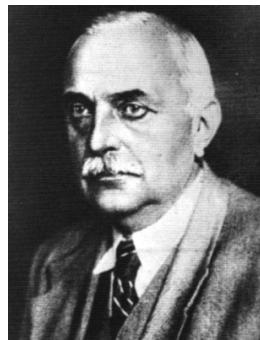
Начальник
Днепростроя
А. В. ВИНТЕР

Однако, при всех названных преимуществах, перегораживание плотиной русла Днепра коренным образом изменило бы гидрологический режим на его порожистом участке. Из проточного (реофильного) гидрологический режим превратился бы в застойный (стагнофильный). Появление нового водоёма стало бы непрогнозируемым и непред-

виденным воздействием человека на окружающую природную среду. Сейчас, после многих трагических техногенных катастроф, в широких кругах общественности существует глубокое понимание необходимости взвешенного и осторожного подхода к природной среде, особенно при мощных воздействиях человека на природу. Профессор же Д. О. Свиренко ещё в 20-е годы XX ст. предложил, в связи с планирующимся началом строительства Днепровского гидроузла, провести предварительную прогнозную оценку возможных результатов воздействия столь масштабного строительства на природу, а для этого – вначале изучить (зафиксировать) состояние природно-сбалансированной экосистемы порожистого участка Днепра до начала гидростроительства (реофильный гидробиологический комплекс), а после перегораживания Днепра плотиной – отслеживать процессы превращения реофильного комплекса в комплекс стагнофильный.

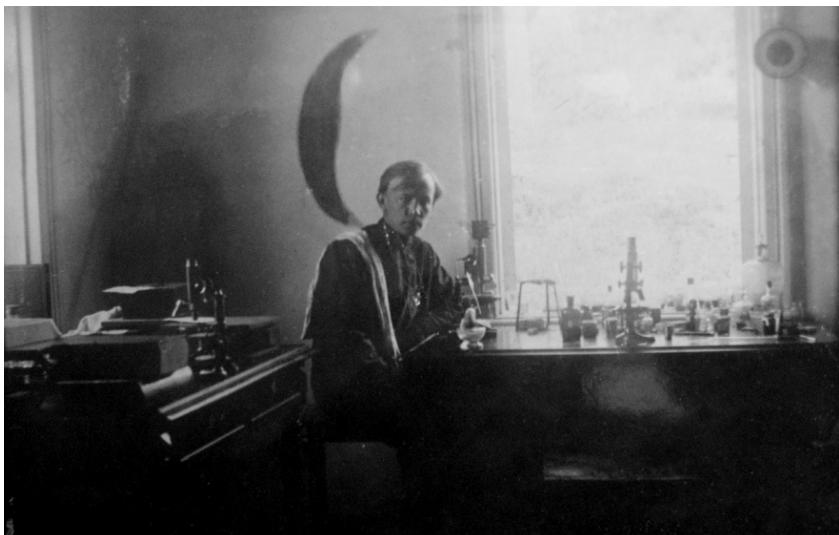
При этом логично возникал вопрос о необходимости создания специализированного научно-исследовательского учреждения для проведения таких работ.

Профессор Д.О. Свиренко родился 5 ноября 1888 г. в с. Мерчик Харьковской губернии. После окончания в 1908 г. Реального училища учился на биологическом отделении физико-математического факультета Харьковского университета, где начал заниматься альгологией. Университет закончил с золотой медалью, в 1919 г. становится приват-доцентом Харьковского, а затем доцентом кафедры ботаники Екатеринославского (Днепропетровского) университета. С 1920 г. Д. О. Свиренко – профессор, а с 1921 г. – заведующий кафедрой ботаники Днепропетровского университета.



**Главный инженер
Днепростроя
Б. Е. ВЕДЕНЕЕВ**

Инициатива профессора Д. О. Свиренко о необходимости предварительного глубокого изучения последствий строительства плотины Днепрогэса была воспринята с пониманием, и в августе 1927 года (т.е. ещё до начала строительства ДнепроГЭСа) было принято решение Совнаркома УССР об основании Днепропетровской государственной гидробиологической станции.



Д. О. Свиренко

На торжественное открытие начала работ на ДнепроГЭСе утром 8.11.1927 года из Харькова (в то время столицы Украины) прибыли руководители Украины: Г. И. Петровский, В. Я. Чубарь, В. П. Затонский.

В этот день в тело будущей плотины были заложены символический кубометр бетона и бронзовая мемориальная доска. Фактически же строительство ДнепроГЭСа началось еще 15 марта 1927 года, когда на скале Любовь возле Кичкаса



16 землекопов начали снимать грунт. Плотина сооружалась в том месте, где Днепр двумя островами-скалами разделялся на три потока. Скала Любовь и была одной из этих двух скал-островов. Еще эта скала называлась Скалой вздохов, т. к. во времена казачества женщинам на Хортице появляться не разрешалось и, согласно легендам, влюбленные встречались именно на этой скале.

Сотрудники Днепропетровской государственной гидробиологической станции 22 мая 1928 года на собственных лодках провели свой первый экспедиционный выезд по порожистому



участку Днепра, акватории будущего водохранилища. Этот день стал днём начала исследовательской работы Днепропетровской гидробиологической станции.

Начинать приходилось в довольно сложных условиях. Чрезвычайно трудно решался вопрос о выделении для станции помещения; в какой-то момент вопрос помещения приобрел остроту вопроса существования станции вообще. Лишь 26.Х.1928 г. правление Института народного образования закрепило за станцией одноэтажный домик в г. Днепропетровске по улице Клары Цеткин, № 2 (угол проспекта К. Маркса и ул. Клары Цеткин). Первый персонал станции был невелик: директор, один ассистент, два научных сотрудника, один лаборант и два технических работника. На станции имелось следующее гидробиологическое оборудование:

- 1 моторная лодка (с мотором фирмы «Бош»);
- 4 гребные лодки;
- 5 микроскопов;
- 1 дночерпатель Экмана-Берджа;
- 1 дночерпатель Петерсена;
- 2 драги (треугольная и Дорогостайского);
- 1 центрифуга и т. д.

Закупалось оборудование за границей. Имевшаяся на станции библиотека насчитывала: в 1929 году – 250; в 1932 г. – 600, в 1938 г. – уже 4250 томов определителей и другой базовой литературы. В 1929 г. в структуре Днепропетровской гидробиологической станции формируется гидрохимическая лаборатория. На станцию, наряду с основным заданием по изучению порожистой части Днепра, также были возложены и другие задачи: 1) по заданию Наркомзема и Рыбаксоюза изучался вопрос о ведении рыбного хозяйства на р. Самаре; 2) по заданию Совета народного хозяйства СССР изучались реки Донбасса в связи с решением вопросов водообеспечения Донбасса.

Для подготовки квалифицированных специалистов-гидробиологов на станции организуется аспирантура. В «Віснику Дніпропетровської гідробіологічної станції», т. I (1) за 1929 год, впервые упоминается имя одного из первых аспирантов профессора Д. О. Свиренко, выдающегося ученого-гидробиолога, будущего академика АН СССР, полярника-«папанинца», Героя Советского Союза (1938) **Петра Петровича Ширшова** (1905 – 1953).

Родился П. П. Ширшов 25 декабря 1905 г. в Днепропетровске (Екатеринославе). После окончания Реального училища учился на биологическом факультете Днепропетровского института народного образования (так в то время назывался Днепропетровский национальный университет), затем поступил в аспирантуру к профессору Д. О. Свиренко, занимался изучением перифитона и фитобентоса.

После успешной защиты кандидатской диссертации П. П. Ширшов, в качестве гидробиолога, принимает участие в полярных экспедициях на судах «Сибиряков» (1932), «Челюскин» (1935), «Красин» (1936), в «папанинской» экспедиции на первой советской дрейфующей станции «Северный Полюс-1» (с 21 мая 1937 года по 19 февраля 1938 года).

Одним из первых альгологов П. П. Ширшов начинает изучать водоросли снега и льда. Сохранились воспоминания П. П. Ширшова, прибывшего после этой экспедиции в родной Днепропетровск, в которых он тепло вспоминает работу на Днепропетровской гидробиологической станции и с благодарностью подчеркивает, что своим формированием



Академик АН СССР,
Герой Советского
Союза, министр
морского флота СССР
П. П. ШИРШОВ

как специалиста-гидробиолога он полностью обязан работе на станции под руководством профессора Д. О. Свиренко. В суро-вые годы Великой Отечественной войны гидробиолог П. П. Ширшов, как министр морского флота СССР (1942–1947 гг.), руководил жизненно важными для страны морскими перевозками. После войны П.П. Ширшов инициировал создание Института океанологии АН СССР, который ныне носит его имя.

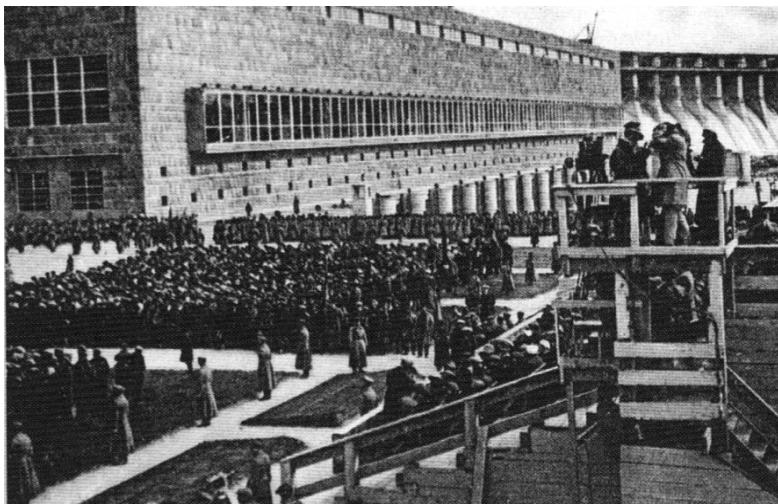
В ежегодных экспедициях Днепропетровской гидробиологической станции, проводившихся с начала заполнения в 1931 году будущего водохранилища, П. П. Ширшов совершенствовал свои навыки исследователя-гидробиолога, свои организаторские способности.

Высокие темпы строительства Днепрогэса сочетались с отличным качеством работ. Иностранные специалисты, контролировавшие качество бетонирования, отмечали: «Бетон замечательного качества. Днепровское строительство – образец мирового инженерного искусства бетонирования». Одновременно с плотиной возводились бараки, коттеджи, многоэтажные дома, школы, бани, магазины, поликлиники, театр Днепрельстана.

В 1931 г. началось постепенное заполнение водохранилища; были подтоплены первые два нижних порога. В связи с этим проводится третья научная экспедиция на порожистую часть Днепра. К марту 1932 года вода в верхнем бьефе водохранилища поднялась на 44 метра над уровнем моря и затопила 16000 га земли на 110 км выше плотины; проводится четвертая экспедиция.

10 октября 1932 года состоялось торжественное открытие Днепровской гидроэлектростанции. М. И. Калинин в своем выступлении на открытии сказал: «Днепрогэс строил весь Советский Союз, но наибольшая заслуга принадлежит украинскому пролетариату». Облицованный армянским розовым

туфом, машинный зал электростанции находился на правом берегу, надшлюзовые башни – на левом, а между ними – упругая дуга плотины. В созвучии с течением Днепра, скалистыми берегами и Хортицей гидроэлектростанция мастерски вписалась в окружающий ландшафт. *World Book Encyclopedia* внесла Днепрогэс в реестр «7 чудес современного мира».

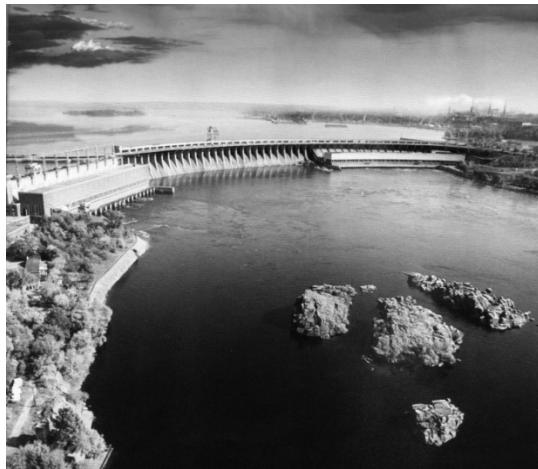


10 октября 1932 г. Официальное открытие Днепровской гидроэлектростанции

В 1933 г. проводится пятая гидробиологическая экспедиция. В 1934 г. заполнение водохранилища завершилось. За плотиной Днепрогэса, на бывшем порожистом участке Днепра, появился новый рукотворный водоем, созданный и управляемый человеком для комплексного решения народнохозяйственных задач по производству электроэнергии, промышленному и коммунальному водоснабжению, рыборазведению, орошению, навигации, перевозке грузов, рекреации и т.д. За прошедшие годы изменились размеры, очертания Днепровского водохранилища. Площадь его водного зеркала по проекту должна была

составлять 410 км², фактически в настоящее время она равна 246 км². Днепровское водохранилище простирается с севера на юг на 129,7 км. При НПУ 51,4 м его площадь составляет 41 тыс. га. Полный объем водохранилища равен 3300 млн. м³; полезный – 830 млн. м³. Подпор воды распространяется по Днепру до устья р. Ворскла, по Самаре – до железнодорожной станции Андреевка.

По генезису и расположению Днепровское водохранилище – равнинно-речное; по конфигурации – русловое; по объему и площади – крупное; по глубине – среднеглубокое; по водообмену – с очень большим обменом.



Плотина ДнепроГЭСа

Правый, высокий, местами скалистый берег водохранилища, сформированный Приднепровской возвышенностью, представляет собой возвышенную волнистую равнину, расчлененную овражно-балочной сетью с общим юго-восточным наклоном. В геоструктурном отношении правобережье занимает центральную часть Украинского кристаллического

щита, покрытого сильно расчлененными песчано-глинистыми третичными отложениями; антропогеновый покров на водоизделах представлен лесовой толщей, а в речных долинах и балках – древним и современным аллювием.

Левый берег, пологий, с заболоченностями и озерами, сформирован Приднепровской низменностью. Левобережье имеет более сложное геологическое строение, представленное разнородными геоструктурными элементами, в которых главную роль играют палеогеновые и неогеновые отложения.

Из-за искусственного происхождения водохранилища его берега все еще не стабилизированы и продолжают размываться, особенно на приплотинном участке (до 30-50 м в год).

Наибольшая ширина водохранилища – 7,0 км, наименьшая – 0,6; средняя – 3,2. Средняя глубина 8,0 м, наибольшая глубина по руслу р. Днепр – 11,9 м, в протоке Комсомольского острова 16,7 м. Максимальная глубина водохранилища – 60 м (Кичкасская яма). Площадь мелководий (с глубиной до 2 м) – 54,7 км² (18,5% акватории). В рельефе дна Днепровского водохранилища прослеживаются старые русла Днепра и Самары; отмели на месте затопленных островов.

Водохранилище расположено в условиях умеренно-континентального климата. Лето жаркое, с мая по сентябрь, часто бывает полузасушливый период.

Для зимы характерны периодические оттепели, иногда с повышением температуры до +14° С. Среднегодовая температура воздуха равна +8,5° С. Акватория водохранилища относится к зоне нестойкого увлажнения. Летом часто наблюдаются бездождевые периоды. Годовая норма осадков за последнее 30-летие равняется 571 мм. Годовая испаряемость примерно в два раза превышает количество выпадающих осадков. Абсолютный максимум осадков в августе 1960 г. составил 213 мм. Наименьшее количество осадков наблюдалось в 1921 г. – 251 мм; наибольшее – в 2004 г. – 914 мм. Летние осадки имеют в

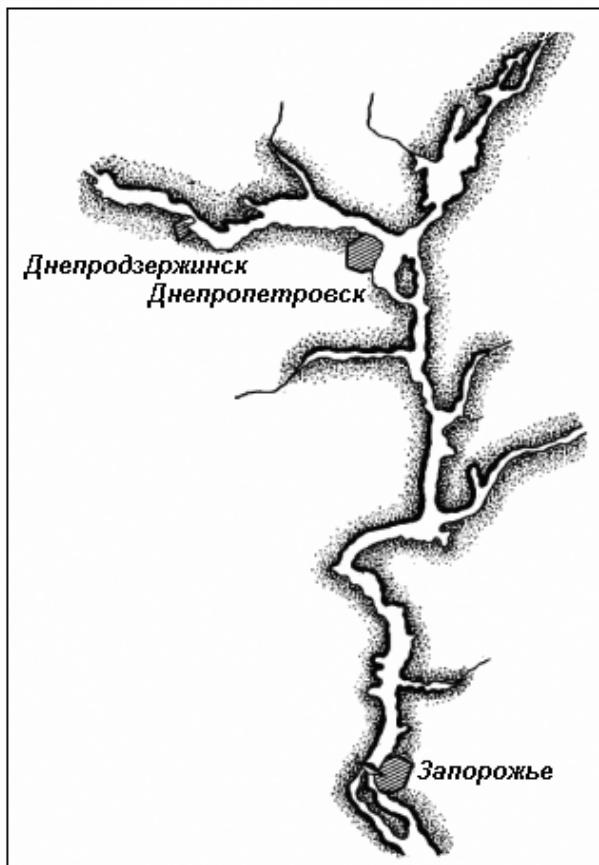


Схема Днепровского водохранилища

основном (до 70%) ливневый характер. Абсолютный суточный максимум осадков 23 августа 1960 г. составил 82 мм. Среднее число дней со снежным покровом достигает 76 дней. Высота снежного покрова составляет в среднем 3–9 см. В отдельные годы – до 50 см.

Днепровское водохранилище имеет много заливов в устьях притоков. Крупнейший из них – Самарский, находится

в устье р. Самары и образует самостоятельный краевой плес с поверхностью 57 км². Главный Днепровский плес имеет поверхность 246 км². По гидрологическому режиму Главный Днепровский плес подразделяется на два участка. Верхний (русловой) участок, до устья р. Самара, длиной 47 км, площадью водного зеркала 66,1 км² и средними глубинами 4,2 м, сформировался на типичном участке Днепра, имеет режим, приближенный к речному, грунт песчаный, множество островов. Мелководья здесь составляют 20% акватории и интенсивно зарастают. Нижний (озерный) участок, от устья р. Самара до плотины Днепрогэса, длиной 83 км, площадью водного зеркала 181,6 км² и средними глубинами 14,5 м, сформировался непосредственно на бывшем порожистом участке Днепра; имеет узкую и глубокую долину и гидрологический режим водохранилища, который характеризуется выраженной температурной стратификацией и практическим отсутствием в летний период течения. За более чем семьдесят лет существования водохранилища на этом участке Главного Днепровского плеса накопились многометровые иловые донные отложения.

Краевой Самарский плес имеет средние глубины до 2 м. Мелководья занимают 58% и характеризуются высокой степенью зарастания, что обусловлено излишком в воде органических веществ.

В Днепровское водохранилище впадают реки Самара, Орель, Мокрая Сура, Вороная, Плоская Осокоровка, Вольянка. Водохранилище осуществляет сезонное, месячное, недельное и суточное регулирование стока Днепра и предпаводочную сработку уровня. В годовом ходе уровня воды отмечаются периоды весенне-летнего наполнения (за счет паводковых вод), летне-осенней стабилизации и зимней сработки. Сработка уровня воды производится на глубину 2,9 м, до отметки 48,5 м.

Суточный гидрологический режим Днепровского водохранилища из-за его зарегулированности очень отличается от природного режима реки и выглядит следующим образом:

- в ночное время при минимальном энергопотреблении расход воды составляет $400 \text{ м}^3/\text{с}$;
- в пиковые утренние и вечерние часы максимального энергопотребления, при пропуске воды через 8 гидроагрегатов, расход воды может достичь $4400 \text{ м}^3/\text{с}$;
- в дневное время расход составляет $1200\text{--}2000 \text{ м}^3/\text{с}$.

Время водообмена, год: полного объема – 0,064; полезного объема – 0,016.

После полного заполнения в 1934 г. водохранилища проводится комплексная экспедиция по изучению процессов формирования его гидробиологического режима. **1934 год** становится определяющим в жизни станции. Результаты её работы получают высокую оценку среди научной общественности страны. В постановлении, принятом после доклада профессора Д. О. Свиренко на Всесоюзном совещании по водохранилищам в Москве, в институте ВОДГЭО, в апреле 1934 года, говорилось:

«Совещание отмечает большую ценность исследований Д. О. Свиренко и его учеников, изучавших Порожистую часть Днепра до затопления и продолжающих изучать водохранилище.

Такая работа на одном из крупных водохранилищ в мире не имеет precedента в научной литературе. Совещание считает необходимым скорейшее напечатание подробных результатов исследований». (Материалы всесоюзного совещания по водохранилищам при институте ВОДГЭО, Москва, 1934 г., стр. 147).

Лимнологическая конференция АН СССР в июне 1934 г., назвала «проблему водохранилища» важнейшей проблемой советской гидробиологии.



Возрастание роли и значения Днепропетровской гидробиологической станции обусловило повышение её статуса. Постановлением правительства в 1934 году на базе Днепропетровской гидробиологической станции создаётся НИИ гидробиологии Днепропетровского университета. Инициатор основания станции и директор НИИ гидробиологии профессор Д. О. Свиренко в 1934 году избирается член-корреспондентом АН УССР.

К началу 40-х годов определились основные направления научных исследований НИИ гидробиологии Днепропетровского университета: фитопланктон, фитобентос, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна акватории трансформированной водной экосистемы бывшего порожистого участка Днепра, ставшего новым водоёмом – Днепровским водохранилищем. В институте работали 2 доктора и 10 кандидатов биологических наук, проводившие исследования по следующим направлениям:

I. Гидробиологическое исследование порожистой части Днепра.

Это основное направление исследований подразделялось на темы:

1) Описание исследуемого участка и изменения в нём, вызванные затоплением; высшая водная растительность; скорость, прозрачность и температура воды – проф. Д. О. Свиренко.

2) Гидрохимические исследования – доц. С. А. Гусинская. В 1929 году, после организации в структуре станции гидрохимической лаборатории, С. А. Гусинская проводит первые гидрохимические исследования порожистого участка Днепра. Затем химию воды анализировали А. О. Стрельцова (1933), Л. С. Калитаева (1934) и обобщала доц. С. А. Гусинская.

3) Донные отложения – Л. С. Калитаева. Исследования донных отложений Днепровского водохранилища были инициированы профессором Д. О. Свиренко, охватывая периоды: 1927–1931 гг. – до постройки плотины ДнепроГЭСа, 1932–1933 гг. – во время заполнения чаши водохранилища и 1934–1936 гг. – в первые годы существования водохранилища. Исследования донных отложений были посвящены процессам илообразования, происходящим в водохранилище. В период становления водохранилища (1931–1935) Л. С. Калитаева изучала механический и химический (содержание органических и биогенных веществ) состав донных отложений Днепровского водохранилища, его притоков (Мокрая Сура, Плоско-Осокоровка, Вольнянка) и заливов.

4) Фитопланктон – проф. Д. О. Свиренко.

5) Зоопланктон водохранилища – доцент Г. Б. Мельников.

6) Зоопланктон заливов водохранилища – доц. С. И. Рожкевич.

7) Микрофитобентос водохранилища – доц. М. О. Гордиенко.

- 8) Микрофитобетос заливов водохранилища – В. А. Цимбалюк.
- 9) Зообентос водохранилища – доц. О. И. Берестов.
- 10) Зообентос заливов водохранилища – О. И. Берестов, П. А. Журавель, В. П. Приходько.
- 11) Ихтиофауна водохранилища – доц. И. И. Короткий.
- 12) Моллюски водохранилища – доц. П. А. Журавель.
- 13) Олигохеты водохранилища – доц. М.Ф. Ярошенко.

II. Гидробиологические исследования степных водоёмов Украины и водоёмов Донбассводтреста.

Исследование р. Самара и её системы (р. Волчья, Бык, Солёная) для водообеспечения Донбасса, а также водоёмов системы Проточи и водоёмов Шолоховского рыбхоза на р. Соленой (приток р. Базавлук) для рыбохозяйственного использования.



Облов участка р. Самары в районе с. Одинковки
(мальковые сборы)

III. Гидробиология Самарского водохранилища, влияние сточных вод на жизнь Самарского водохранилища. Доказательство негативного влияния сточных вод жерстекатального завода на качество воды водохранилища, ведущее к снижению запасов рыбы.

IV. Санитарное состояние Днепровского водохранилища.

V. Гидробиология р. Орели.

VI. Гидробиология р. Ворсклы.

VII. Акклиматизация гамбузии для борьбы с малярией.

VIII. Гидробиология нижней части Днепра и водоёмов его плавней, влияние плотины Днепрогэса на участок Днепра ниже плотины.

Исследовались притоки Днепра – Кушугум, Конка, Базавлук, Ингулец с притоком Бугай. Ввиду большого экономического (рыбохозяйственного) значения днепровских плавней, эти исследования планировалось продолжить в 1941 году и литературно оформить к концу 1942 г.

Результаты многолетних исследований гидробиологических процессов в новом водоёме – Днепровском водохранилище, опубликованные в семи довоенных томах научных трудов НИИ гидробиологии, позволили днепропетровской гидробиологической школе выдвинуть и прочно обосновать положение о фундаментальном изменении гидрологического режима порожистого участка Днепра, трансформированного сооружением плотины Днепрогэса, которые, в свою очередь, обусловили коренные изменения количественного и качественного состава водной флоры и фауны акватории Днепровского водохранилища.

Согласно профессору Д. О. Свиренко, с 1927 г. и до Великой Отечественной войны руководившему исследованиями процессов формирования альгоценозов в условиях создания



первого водохранилища на Днепре, произошло выпадение одних форм фитопланктона и одновременное появление иных форм, не встречавшихся до сооружения плотины. Появились и массово размножились сине-зеленые водоросли («цветение» воды). Ведущими группами фитопланктона Днепровского водохранилища стали диатомовые и протококковые водоросли, а непосредственно у плотины также и криптомонадовые водоросли. Зоопланктон водохранилища, по данным профессора Г. Б. Мельникова, также испытал значительные изменения. В доднепростроевский период зоопланктон порожистой части Днепра был представлен коловратками (97,47%), веслоногими (2,45%) и ветвистоусыми раками (0,08%). В зоопланктоне Днепровского водохранилища произошло количественное перераспределение этих групп: ведущую роль стали играть веслоногие и ветвистоусые раки, а роль коловраток в границах подтопа стала незначительной. В результате изменения гидрологического режима в новом водоёме создались опти-

мальные условия для появления и массового размножения организмов-вселенцев, таких как двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha* (Pall.).

Массовое размножение дрейссены, за короткое время расселившейся по акватории водохранилища, впервые было отмечено П.А. Журавлем в работе «Про стан деяких представників фауни Mollusca та Crustacea у водосховищі Дніпрогесу», опубликованной в «Віснику Дніпропетровської гідробіологічної станції», т. II (2), 1937 г.:

«*Dreissena polymorpha* в порожистій частині до зміни зустрічалась порівнюючи рідко.

Незначний розвиток дрейссени в порожистій частині Дніпра до зміни пояснюється як своєрідними умовами цієї частини річки, так і умовами життя цього м'якуна.



Укупорка банок со сборами для отправки на Станцию

У водосховищі Дніпрогесу, починаючи з 1932 р., дрейсена розвивається в помітній кількості. Особливо значний розвиток в перший рік (1932) спостерігався в залитих допливах та балках (Малишевка, Вільнянка, Вільна, Пл.- Осокорівка, Ворона).

Крім того, дрейсена потрапляє і до водопровода гідростанції. Щоб уникнути перебоїв у роботі гідростанції через за-смічення трубопроводів раковинами дрейсени, управлінню Дніпрогесу доводиться вести боротьбу шляхом установки спеціальних фільтрів, а також шляхом періодичного і своєчасного очищування секцій водопроводів.

В питанні негативного впливу дрейсени на гідрооборудження треба в найближчий час провести спеціальні дослідження на Дніпрельстані.

Ці дослідження повинні допомогти у застосуванні більш ефективних засобів боротьби».

D. Stayer (1999) отмечает, что перемещение видов – «селенцев (alien species) стало одним из наиболее распространенных, наиболее значимых и необратимых факторов антропогенного влияния на природные сообщества и экосистемы.

Произошли изменения и в бентофауне водохранилища. Биомасса бентофауны песчаного грунта порожистого участка Днепра составляла 53 кг/га, а каменистого грунта – 88 кг/га. После создания Днепровского водохранилища и накопления на его дне илов биопродуктивность дна увеличилась, достигая в нижних участках водохранилища до 300 кг/га.

Изменилась и ихтиофауна водохранилища, её видовой состав. Ихтиофауна и весь комплекс ихтиолого-рыбоводческих работ с момента основания Днепропетровской гидробиологической станции занимает приоритетное место в исследованиях днепропетровских гидробиологов. В ходе экспедиций по порожистой части Днепра, а затем по акватории Днепровского водохранилища, накапливались и систематизировались знания по его ихтиофауне; проводилось сравнение изменений в составе ихтиофауны водохранилища; делались прогнозы рыбного промысла.

И. И. Короткий отмечает (2), что если до сооружения плотины в порожистой части Днепра были широко распространены

реофильные виды рыб – усач, подуст, жерех, голавль, налим и др., то после сооружения плотины их место заняли лимнофильные формы – плотва, лещ, красноперка и др. В настоящее время главными промысловыми рыбами водохранилища являются сазан, лещ, тарань, густера, плотва, линь, карась, щука, тюлька и т. д. Фактическая промысловая рыбопродуктивность составляет 13–17 кг/га. Общий вылов рыбы в Днепровском водохранилище колеблется в пределах 479–705 тонн.



Промывка мальковой волокушки после работы

С началом создания Днепровского водохранилища днепропетровские гидробиологи сразу же инициировали необходимость его рыбохозяйственного использования; активно участвовали в организации в Вольнянке, на берегу водохранилища, рыбозавода. Постоянно проводились научные консультации Самарского рыбхоза, Сухачевского рыбоколхоза, Никопольского рыбтреста, Днепропетровской малярийной станции и т. д. В 1940 г., по заказу Днепропетровской областной инспекции рыбопромышленного надзора Наркомрыбпрома УССР, НИИ гидробиологии провёл паспортизацию водоёмов области, для закрепления их в бессрочное и бесплатное пользование за сельхозартелями и рыбоколхозами.

Уникальный опыт, накопленный днепропетровскими гидробиологами, стал важным подспорьем в работе по проектированию и строительству последующих гидроэлектростанций и образцом при проведении подобных работ в США, Западной Европе, Индии, Китае и других странах.

Институт располагался в отдельном здании по ул. Фучика, 15а, в 11 комнатах которого размещались: фитопланктонологическая, зоопланктонологическая, зообентосная, ихтиологическая и гидрохимическая лаборатории, а также научная библиотека, музей, фотолаборатория.

Расширялись научные связи института. С его работой ознакомились и воспользовались его лабораториями: профессор Беллинг, Я. В. Ролл, Никитинский, Долгов, Амлинский, В. И. Жадин и др. В НИИ гидробиологии Днепропетровского университета повышали свою квалификацию сотрудники Туркменского тропического, Бердянского, Николаевского, Уманского педагогических институтов, Московского Ботанического института МГУ.

Укреплялась материально-техническая база института; имелась плавучая лаборатория-мотор катер, моторная и две обычные лодки. В 1938 г. для исследования степных водоёмов был получен грузовой автомобиль.

В 1941 году плодотворная работа НИИ гидробиологии была прервана вторжением фашистских захватчиков. Кадры, оборудование и часть имущества института 18 августа 1941 г. были эвакуированы в г. Оренбург, где профессор Д.О. Свиренко, как председатель научно-технического комитета при облисполкоме, за короткое время сумел организовать проведение научно-исследовательских работ, направленных на решение актуальных задач народного хозяйства в военных условиях. Наряду с чтением лекций в вузах проводилась большая научно-исследовательская работа по изучению лекарственных растений и гидробиологии реки Урал.

Сразу после освобождения 25 октября 1943 г. Днепропетровска от фашистских захватчиков разворачиваются работы по восстановлению Днепропетровского госуниверситета и НИИ гидробиологии как отдельной титульной единицы в структуре университета. К сожалению, организатор института, член-корреспондент АН УССР, профессор Д.О. Свиренко из эвакуации уже не вернулся. В память о нём, как основателе и признанном лидере днепропетровской гидробиологической школы, в 1944 году НИИ гидробиологии Днепропетровского университета было присвоено его имя.



Эстафету лидерства в днепропетровской гидробиологической школе принял ученик профессора Д. О. Свиренко, доктор биологических наук, профессор Г. Б. Мельников (22. I.1904–11.V.1973 гг.). Родился Георгий Борисович Мельников 22 января 1904 г. в селе Чернава Орловской губернии; работал шахтером на Донбассе. В 1925 г. начал обучение на

рабфаке Днепропетровского института народного образования (ныне ДНУ). В 1929 году Г. Б. Мельникова зачисляют в аспирантуру к профессору Д. О. Свиренко, где он занимался изучением зоопланктона порожистой части Днепра, его притоков и непроточных водоёмов степного Приднепровья. В 1936 г. защитил кандидатскую, в 1940 г. – докторскую диссертацию, в которой обобщил исследования изменений зоопланктона Днепра после создания Днепровского водохранилища.

В 1944 году профессор Г. Б. Мельников возглавил кафедру гидробиологии и ихтиологии ДГУ, с 1951 по 1964 гг. – был ректором Днепропетровского государственного университета.

Профессором Г. Б. Мельниковым были опубликованы

следующие работы: «Донные отложения Днепровского водохранилища» (1948), «Формирование фауны Днепровского водохранилища после восстановления плотины Днепрогэса» (1950), «Состав ихтиофауны и пути рыбохозяйственного освоения озера Ленина и малых водохранилищ Украины» (1955), «К проблеме формирования биологического режима в водохранилищах днепровского каскада» (1959), «К вопросу о классификации водохранилищ СССР» (1960), «Гидробиологическая и рыбохозяйственная характеристика малых рек северного Приазовья в связи с современным их состоянием» (1961).



Ректор Днепропетровского университета (1951 – 1964 гг.), основоположник космической гидробиологии в Украине профессор Г. Б. МЕЛЬНИКОВ

В первые послевоенные годы НИИ гидробиологии Днепропетровского университета (в то время в нём функционировало 4 отдела: гидрохимический, фитопланктона и фитобентоса, зоопланктона и зообентоса, ихтиологический) проводил исследования по следующим темам комплексной проблемы **«Гидробиология водохранилищ и естественных водоёмов юго-востока УССР»:**

1) Гидробиология порожистой части р. Днепра.

В 1944–1947 гг. днепропетровскими гидробиологами были проведены уникальные исследования процесса возвращения (после падения уровня воды, вызванного разрушением во время войны плотины ДнепроГЭС) сформировавшегося стагно-фильтрального гидробиологического комплекса водохранилища в первоначальное состояние речного реофильного комплекса. Результаты этого незапланированного эксперимента были обобщены в работах Г. Б. Мельникова и А. Ф. Коблицкой (1948). Гидрохимические исследования порожистой части Днепра после разрушения плотины ДнепроГЭС в 1944–1946 гг. проводила Л. С. Калитаева. С 1947 г. гидрохимию восстановленного Днепровского водохранилища исследовала Р. С. Ровинская, проработавшая в НИИ гидробиологии до 1970 г. Гидробиология и рыбное хозяйство Днепровского водохранилища после его восстановления охарактеризованы в XI томе «Вестника научно-исследовательского института гидробиологии», опубликованном в 1955 году (10).

2) Гидробиология реки Самары.

3) Обогащение пресных рыбопромысловых водоемов естественными пищевыми для рыб ресурсами (руководитель темы П. А. Журавель).

В 1946 г. Петр Алексеевич Журавель начинает работы по обогащению кормовой базы рыб путём акклиматизации представителей лиманно-каспийской фауны (мизид, гаммарид, кумаций и т. д.).

Родился П. А. Журавель в 1901 г. в селе Анновка Петровского района Кировоградской области. В 1926 г. закончил Днепропетровский институт народного образования (ДНУ). С 1930 по 1933 год – в аспирантуре у профессора Д. О. Свиренко.



**Директор НИИ гидробиологии
Днепропетровского университета (1947 – 1967 гг.),
инициатор работ по интродукции в водоемы
естественных пищевых ресурсов рыб
профессор П. А. ЖУРАВЕЛЬ**

П. А. Журавель занимался комплексными гидробиологическими и рыбохозяйственными исследованиями естественных и искусственных водоёмов Степной зоны Украины и Крыма, обогащением пресных водоёмов пищевыми ресурсами для рыб, кормовой базой рыбной промышленности, санитарной и технической гидробиологией. С 1947 по 1967 гг. П. А. Журавель был директором НИИ гидробиологии Днепропетровского университета. В 1951 г. – защитил докторскую диссертацию.

Актуальность работ по акклиматизации представителей лиманно-каспийской фауны объясняется обеднением видового состава речного гидробиологического комплекса по мере удаления его от устья реки к верховьям. В дальнейшем эти исследования были развёрнуты в обширную многолетнюю

программу работ по изучению биологии, экологии и распространению представителей лиманно-каспийской фауны. На протяжении 50-х годов, под руководством профессора П. А. Журавля, вселение представителей лиманно-каспийской фауны проводилось: 1) в Днепровское водохранилище; 2) в водоёмы Криворожья (Карачуновское и Крэсовское водохранилища, р. Ингулец, р. Саксагань); 3) на Молочном лимане Азовского моря; 4) в Васильковское водохранилище на р. Волчей; 5) в Эрастовском пруду Пятихатского района Днепропетровской области; 6) в районе будущего Каховского водохранилища. В результате интродукции и акклиматизации лиманно-каспийской фауны в Днепровское водохранилище в настоящее время рыбный промысел в водохранилище в основном базируется на выловах плотвы, ставшей самым многочисленным видом рыб в водохранилище (41,5–56,6%).

Особая заслуга профессора П. А. Журавля состоит в интродукции и акклиматизации кормовых беспозвоночных и рыб в водохранилища юга Украины и Крыма; акклиматизации в Чернореченское (Севастопольское) водохранилище Крыма биофильтров, рыб и кормовых для них организмов из лиманной фауны для улучшения качества воды.

Активное участие в работах по интродукции беспозвоночных и рыб принимали к. б. н. Л. Д. Беляев, В. Л. Булахов, Ю. К. Гайдаш, Н. И. Загубиженко, В. Л. Галинский. В 70-е годы для интенсификации процессов биологической самоочистки воды в Чернореченском водохранилище работы по акклиматизации, начатые профессором П. А. Журавлем, были продолжены В. Л. Галинским. Эти работы имели реальный годовой экономэффект 50–1000 рублей; были защищены авторским свидетельством.

Работы профессора П. А. Журавля широко известны. Во Всемирном акклиматизационном центре (г. Москва) работы днепропетровских гидробиологов всегда ценились и ценятся

достаточно высоко. По примеру Днепропетровского НИИ гидробиологии работы по обогащению кормовой базы рыб проводились в других регионах: в Балтийском море, озере Балхаш, озерах Венгрии и т.д. Результаты исследований профессора П. А. Журавля обобщены в его книгах «Акклиматизация кормовой лиманно-каспийской фауны в водохранилищах и озерах СССР», «Як збагатити корм риб у прісних водоймах» (1957) и других.

4) Донные отложения Днепровского водохранилища и их использование в с/х (руководитель темы Г.Б. Мельников).

В вегетационных опытах 1945 – 1946 гг. по выращиванию культурных растений (баклажаны, томаты и т.д.), на почве, удобренной илом из Днепровского водохранилища, было показано их более раннее цветение и созревание. Важность этих исследований объяснялась смыром с полей биогенных элементов и солей и отложением их по акватории Днепровского водохранилища. Ежегодно на площади водохранилища в 10–15 тыс. га происходило образование слоя ила от 5 до 15 см толщиной. Пестициды и гербициды в то время не применялись, поэтому представляется логичным предложение о необходимости продолжения этих опытов, с целью возвращения биогенных элементов в сельскохозяйственный оборот.

5) Микрокалориметр и его применение к анализу воды в полевых условиях (руководитель темы доц. Г. И. Резник).

Проводилась апробация сконструированного и изготовленного в 1946 г. доц. Г. И. Резником портативного фотокалориметра, адаптированного к полевым условиям. Проведение сравнительных анализов по определению в лабораторных и полевых условиях концентрации фосфора в природных водах показало вполне удовлетворительные результаты. Эта модель фотокалориметра была рекомендована для использования в полевых условиях.

6) Искусственное разведение рыб в реках местного значения (руководитель темы проф. Г. Б. Мельников).

Для рационального ведения и интенсификации рыбного промысла, подорванного во время немецкой оккупации, в ходе выполнения данной работы в реки Днепр, Самара и Орель было выпущено около 100 млн. мальков различных видов рыб.

В это же время сотрудниками института Г. Б. Мельниковым, П. А. Журавлём, Л. С. Калитаевой, М. А. Журавель в Новомосковском районе Днепропетровской области были проведены гидрохимические и гидробиологические исследования озера Солёный Лиман, показавшие целебные свойства фонтанирующего источника на берегу этого озера. По результатам этих исследований было рекомендовано использовать воду этого источника для лечения желудочно-кишечных заболеваний. Эти рекомендации стали основанием для организации в 1946 – 1947 г. грязелечебного курорта «Солёный Лиман».

В апреле 1947 г., с целью укрепления связей науки с производством, на базе института была проведена первая, а в 1950 г. – вторая научно-практическая конференция по вопросам рыбохозяйственного освоения и воспроизводства рыбных запасов в водоемах юго-востока УССР.

В 1948 г. вышел первый послевоенный сборник работ НИИ гидробиологии «Вестник научно-исследовательского института гидробиологии», т. VIII (7), продолживший нумерацию и направленность работ довоенного периода.

*Гидробиологические исследования
Каховского и Днепродзержинского водохранилищ;
водоемов Приазовья, Крыма.*

В 50-е годы, в связи с развертыванием мощной обще-государственной программы гидротехнического строитель-

ства, обусловленной насущными потребностями народного хозяйства, география исследований днепропетровских гидробиологов значительно расширяется. На Днепре, в соответствии с этой программой, было запланировано создание Каховского гидроузла, с последующим сооружением Северо-Крымского и Южно-Украинского каналов. Необходимость создания в условиях засушливого юга Украины большого резервуара пресной воды (Каховского водохранилища) была очевидна. Планировалось, что его создание обеспечит комплексное решение вопросов водоснабжения, производства электроэнергии, рыбохозяйственной деятельности, ирригации, транспорта и т. д., в связи с чем требовалась гидробиологическая проработка проекта создания будущего водохранилища.

Опыт, накопленный днепропетровскими гидробиологами за время изучения гидробиологии Днепровского водохранилища, и высокое качество проведенных исследований оказались востребованными. Силы НИИ гидробиологии Днепропетровского университета, наряду с продолжавшимся исследованием гидробиологии Днепровского водохранилища, были привлечены к санитарно-гидробиологическим исследованиям района нижнего Днепра (строительство Каховской ГЭС) и трассе проектирования Южно-Украинского канала (исследования р. Молочной и проектируемого Молочанского водохранилища) (руководитель исследований С. П. Федий). Особое внимание к санитарно-гидробиологической оценке акватории будущего Каховского водохранилища объяснялось сложными условиями проектирования нового водоёма, для создания которого в условиях низинного рельефа местности требовалось затопление больших земельных массивов. Уже на стадии проектирования будущего водохранилища было очевидно, что в связи с низинным рельефом местности и минимальным течением Днепра на этом участке проточность

будущего водохранилища, а значит и его способность к самоочищению, будет незначительной, а в летний период может вообще отсутствовать. Однако острая потребность в таком водоёме вынуждала пойти на такой шаг.

Поразительно актуально звучит в наше время прогноз-предостережение С. П. Федия в отчете далёкого 1952 года об исследованиях акватории проектируемого Каховского водохранилища (т. е. ещё до момента перекрытия русла Днепра плотиной и заполнения будущего водохранилища). Предупреждая, он пишет: «Также пришли к заключению, что после зарегулирования Нижнего Днепра в районе г. Каховки сброс промышленных и бытовых стоков в водохранилище может привести к аккумуляции вредных веществ, которые вызовут массовую гибель организмов. Поэтому в плане санитарной охраны Каховского водохранилища необходимо отвести особое место сооружению специальных водоёмов-отстойников и только после очистки промышленно-бытовых стоков можно разрешить их сброс в систему прудов, не связанных с водоемами великих строек коммунизма. Если не провести указанных выше мероприятий, то *может наступить такой период, когда невозможным будет использовать воду Каховского водохранилища для целей водоснабжения населенных пунктов и крупных административных центров, а также использовать водоем для ведения высокопродуктивного рыбного хозяйства.*

IX том «Вестника НИИ гидробиологии» (8), вышедший в 1952 году, был целиком посвящён прогнозу гидробиологического режима будущего Каховского водохранилища.

В 1955 году, после сооружения Каховской ГЭС, возникло Каховское водохранилище, занявшее обширную территорию. Площадь водохранилища, при НПУ 16 м, составляет 215,5 тыс. г; протяженность 230 км. Максимальная ширина водохранилища 25 км, на отдельных участках 4–18 км; мак-



Схема Каховского водохранилища

симальная глубина в русле 25 м, средняя – 8 м, у плотины – 38 м. Полный объем Каховского водохранилища – 182000 млн. м³, полезный объем – 6800 млн. м³. Площадь мелководий с глубиной до 2 м равна 18,3 тыс. га. Средняя часть водохранилища, озеровидная, шириной до 23 км (бывшие Базавлукские и Конские плавни), глубиной 3–5 м (максимальная – до 8 м) переходит в верхнюю русловую часть, с глубинами до 5 м (занимает 28%). Верхняя часть водохранилища ограничивается плотиной ДнепроГЭСа. Берега высокие, местами обрывистые. Береговая линия изрезана многочисленными узкими, глубокими и длинными заливами, наиболее крупные из которых: Рогачикский, Чертомлыкский, Новопавловский, Новокаирский, Каирский, Миловский, Васильевский и др. В водохранилище впадают небольшие реки: Базавлук, Чертомлык, Томаковка, Конка и др.

Уровень воды в Каховском водохранилище срабатывает в основном в зимний период на 3,3 м до отметки 12,7 м. Весной уровень, за счет паводковых вод, повышается до нормального подпорного уровня.

В 1956 году, анализируя ход гидробиологических процессов в уже формирующемся после перекрытия русла Днепра Каховском водохранилище, С. П. Федий пишет: «Гидрологическими промерами установлено, что на бывшей равнинной реке со свойственными для неё скоростями течения, глубинами и прозрачностью воды, формируется ныне стоячий водоём со свойственным для него режимом. Неизмененный Днепр имел максимальные глубины 10–11 м. В Каховском водохранилище максимальные глубины 25 м и более. Скорость течения в реке была: минимальная – 0,31 м/сек., максимальная – 1,1 м/сек. В Каховском водохранилище в весенне время скорость течения воды имеет такие показатели: в районе г. Запорожья – 0,98 м/сек, а дальше вниз наблюдается неуклонное уменьшение скорости течения и у самой плотины Каховского гидроузла она составляет всего лишь около 0,04 м/сек. Поэтому полный обмен всего объема воды в Каховском водохранилище в весенне время происходит примерно за 30 дней. В летнее и осенне время течение наблюдается только в верховьях водохранилища, которое достигает всего лишь 0,31–0,41 м/сек. Дальше вниз течение практически не улавливается. Горизонт воды у Каховской ГЭС при НПГ выше, чем у верховья водохранилища, и поэтому в районе г. Запорожья имеет место ярко выраженный подпор. Из сказанного выше вытекает **вывод, что фактор течения, играющий важное значение в процессах самоочищения водоёма, в Каховском водохранилище отсутствует**. Что касается водообмена в меженный период, то он происходит крайне медленно, и для полной замены воды в водохранилище требуется около 200 дней.

На основании этих данных мы указываем хозяйственным организациям на то, что нельзя допускать сброс неочищенных промышленных и бытовых стоков в Каховское водохранилище, так как отходы производства и хозяйственно-бытовых стоков, в связи с отсутствием течения, будут накапливаться в водоеме и пагубно влиять на его гидрохимический режим. Ухудшение гидрохимического режима отрицательно скажется на органолептических свойствах питьевой воды и нанесет ущерб рыбному хозяйству, а также орошению и обводнению сельскохозяйственных угодий».

Во второй половине 50-х годов, в ходе дальнейшей реализации общегосударственной программы по гидростроительству, разворачиваются работы по проектированию и строительству Днепродзержинской ГЭС. В исследованиях на акватории планируемого водохранилища активное участие также приняли днепропетровские гидробиологи. В отличие от исследований акватории Каховского гидроузла, нацеленных на его санитарно-гидробиологическую оценку, стержнем гидробиологических исследований акватории будущего Днепродзержинского водохранилища были ихтиолого-рыбоводческие работы. Вопросам гидробиологии и рыбного хозяйства Днепродзержинского водохранилища в период его строительства был посвящен т. XII «Вестника НИИ гидробиологии» (11), вышедший в 1960 г., а вопросам гидробиологии и рыбного хозяйства уже созданного водохранилища – т. XV «Вестника НИИ гидробиологии» (13), вышедший в 1971 году.

Днепродзержинское водохранилище создано в 1963–1965 гг. при сооружении Днепродзержинской ГЭС. При НПУ 64 м площадь водохранилища равна 56,7 тыс. га. Полная вместимость равна 2450 млн. м³, полезная – 270 млн. м³. Протяженность водохранилища – 114 км, ширина 5–8 км. Наиболее широкий участок (до 19 км) расположен в районе с. Кишеньки. Максимальная глубина в русле равна 17 м, средняя глубина – 4,3 м.

Площадь с глубинами до 1 м составляет 9,6 тыс. га, или 17% всей площади. Общая площадь мелководий с глубинами до 2 м равна 17,8 тыс. га, или 31%. Глубоководная часть с глубинами более 10 м составляет 2,8%.

Сработка уровня воды происходит в зимний период на глубину до 0,5 м. Водохранилище наполняется за счет весенних паводковых вод.

Берега водохранилища изрезаны, образуют ряд больших и малых заливов с впадающими в них реками Псел, Ворскла, Орель. Водохранилище делится на три участка.



Схема Днепродзержинского водохранилища

Верхний участок от плотины Кременчугской ГЭС до створа Каменные Потоки – Большое Плоское – занимает 5166 га, или 9% всей площади. Это затопленное русло Днепра и узкая полоса поймы с глубинами до 2 м.

Центральный участок от створа Каменные Потоки до села Бородаевка занимает 36 984 га, или 64% всей площади. На этом участке находится расширенный плес со множеством островов. В рыбоводческом отношении этот участок является наиболее ценным, так как здесь на площади, хорошо прогреваемой и богатой пищей, концентрируются промысловые рыбы и их молодь.

Приплотинный участок от створа селе Бородаевка до плотины Днепродзержинской ГЭС, вытянутый по руслу, занимает площадь 15460 га, или 27 % общей площади. Глубины на этом участке равны 5–10 м.

Вдоль левого берега построена защитная дамба, отделяющая основную часть поймы от водохранилища.

В настоящее время, оглядываясь в прошлое, нужно отдать должное работам по созданию Каховского и Днепродзержинского водохранилищ и участию в этом днепропетровских гидробиологов. Строительство водохранилищ на Днепре содействовало комплексному решению многих острых народнохозяйственных проблем; в первую очередь, вопросов водоснабжения Крыма из Каховского водохранилища (по Северо-Крымскому каналу); Харькова и Донбасса из Днепродзержинского водохранилища (по каналу Днепр-Донбасс) и Западного Донбасса из Днепровского водохранилища. Используя классические гидробиологические методы (альгоценозы в водохранилищах днепровского каскада изучали З. С. Гаухман, В. И. Федий, А. В. Евдущенко), днепропетровские исследователи подготовили прогностическую оценку развития в будущих Каховском и Днепродзержинском водохранилищах автотрофного и гетеротрофного звеньев трофической цепи, а также ожидаемой рыбопродуктивности (8, 11).

Во второй половине 50-х гг. область исследований днепропетровских гидробиологов ещё более расширяется. Опираясь уже и на опыт исследований Каховского и Днепродзержин-

ского водохранилищ, разворачиваются гидробиологические исследования малых рек и водохранилищ Украины: в первую очередь рек северного Приазовья: Малый и Большой Утлюг, Тащенак, Корсак, Кальмиус, Грузский Еланчик, Берда, Оби-точная. Результаты этих исследований были обобщены в работах Г. Б. Мельникова и А. М. Чаплиной (1961, 1962, 1965) и Л. Н. Анцышкиной (1961). Параллельно в это же время проводится изучение водохранилищ Крыма (Симферопольского, Бахчисарайского, Белогорского, Чернореченского (Севастопольского) и др.).

В начале исследований ихтиофауны водохранилищ Крыма в них было обнаружено всего 7 видов рыб. После проведения комплекса мероприятий по акклиматизации и вселению организмов-биофильтраторов из беспозвоночных (бокоплавы, двустворчатые моллюски и др.), а также рыб-биомелиораторов: тарань, лещ, судак, синец, амур, белый и пестрый толстолобики, в этих водохранилищах было отмечено уже более 20 видов рыб, из которых наибольшее распространение получила акклиматизированная днепровская тарань (Белый, 1959, 1964). В это же время проводятся экспедиционные исследования влияния на биологический режим Днепродзержинского водохранилища рек Псел, Ворскла, Орель.

Значительное расширение географии гидробиологических исследований и необходимость более детальной оценки роли отдельных компонентов гидробиологического комплекса на общий ход процессов в водных экосистемах обусловили создание в 1956 г. в структуре НИИ гидробиологии новых лабораторий: микробиологии и физиологии. До 1959 года микробиологические исследования днепропетровских гидробиологов ограничивались анализом бактериологических показателей качества воды в районах водозаборов. В связи с созданием каскада водохранилищ на Днепре появилась необходимость в изучении влияния новых водохранилищ на

физико-химический и гидробиологический режим Днепровского водохранилища. Ф. П. Рябов начинает систематические исследования микробиологического режима водохранилища и процессов самоочищения в нём.

Анализ бактериофлоры промышленных сточных вод, поступающих в Днепровское водохранилище, показал большое содержание в сточных водах сапрофитных бактерий (до 50 тыс. кл/мл), а коли-индекс в стоках завода им. Петровского достигал огромного значения в 3 млн. кл/мл. В то же время в стоках домен, выплавляющих ферромарганец и содержащих цианиды, бактериофлора совсем отсутствовала. В своей диссертационной работе Ф. П. Рябов обобщил результаты исследований особенностей физико-химического и микробиологического режима Днепровского водохранилища после создания Кременчугской ГЭС и образования Кременчугского водохранилища. Разработанный сотрудниками лаборатории микробиологии А. К. Столбуновым и Ф. П. Рябовым прибор для отбора микробиологических проб воды позитивно отличался от подобных образцов возможностью отбора проб на строго заданной глубине. Это достигалось забором воды в простерилизованную стандартную склянку объемом 100–150 мл, при помощи резиновой груши, которая освобождалась «почтальоном», посылаемым по тросу на желаемую глубину.

В 60–70-е годы днепропетровские гидробиологи провели ряд микробиологических работ по изучению роли микроорганизмов в процессах самоочищения водных экосистем днепровских водохранилищ. А. К. Столбунов (1962–1969 гг.), изучая санитарное состояние Днепровского водохранилища, показал, что за пределами г. Днепропетровска, у с. Любимовки, уже не наблюдается влияние сточных вод на водную экосистему. Также им было отмечено, что в Днепродзержинском водохранилище, в отличие от иных водохранилищ, изученных в микробиологическом отношении, из-за отсутствия обога-

щения воды растворенными органическими веществами не произошло заметного повышения количества сапроптической, нитрифицирующей, денитрифицирующей и азотфиксющей микрофлоры. Такое отсутствие обогащения воды органическими веществами объясняется достаточно хорошей подготовкой ложа будущего Днепродзержинского водохранилища перед затоплением, что содействовало благополучному формированию качества воды и санитарно-биологического режима Днепродзержинского водохранилища.

Процессам самоочищения, микробиологическому режиму и микробиальным процессам разложения фенолов в Днепровском и Днепродзержинском водохранилищах посвящены работы А. К. Столбунова по фенолразрушающей бактериофлоре. Важным фактором самоочищения водных экосистем от фенола являются гетеротрофные микроорганизмы, которым свойственна наиболее высокая фенолразрушающая активность. А. С. Архипов в 1967 г. начал исследовать влияние тяжелых металлов на водную бактериофлору. В экспериментальных работах с использованием различных концентраций меди и марганца он показал, что тяжелые металлы угнетают развитие водной бактериофлоры и снижают процессы самоочищения в водных экосистемах. В работах М. П. Нестеровой (1966-1971 гг.) впервые приводятся данные по общему количеству и биомассе микроорганизмов Днепровского и Днепродзержинского водохранилищ; представлена подробная характеристика бактериопланктона и бактериобентоса. Исследуя динамику азот- и углеродтрансформирующих микробов и микробиальных процессов, она впервые выделила 14 штаммов дрожжевой флоры, являющейся ценным компонентом трофических цепей. Н. М. Карпушин (1970-1971 гг.) исследовал ферментативную активность некоторых микроорганизмов – агентов самоочищения Днепровского и Днепродзержинского водохранилищ и биохимической очистки кремнийорганических сточных вод.

Его работы посвящены протеолитической бактериофлоре как фактору самоочищения водохранилищ от органического загрязнения.

После принятия в 1961 г. «Международной биологической программы» (МБП) развернулись работы днепропетровских гидробиологов по разработке и практическому применению количественных методов анализа состояния и баланса потока и превращения вещества и энергии в водных экосистемах Приднепровья. Были детально изучены различные аспекты биологии и циклы развития дрейссены полиморфной, двусторчатых моллюсков *Unio* и *Anodonta*, мизид, гаммарид, кумаций, массовых видов планктонных ракообразных и рыб (С. П. Федий, И. П. Лубянов, П. А. Журавель, Ю. К. Гайдаш, В. Л. Галинский, А. К. Дыга, В. И. Золотарева, М. М. Боголюбова). С использованием новых, количественных принципов изучения водных экосистем в рамках выполнения госбюджетной темы «Воспроизводство рыбных запасов Днепродзержинского и Ленинского водохранилищ, их физико-химический и биологический режим», координируемой научным советом АН УССР по проблеме «Гидробиология, ихтиология и использование биологических ресурсов водоемов», были выполнены и успешно защищены кандидатские (В. Л. Булахов, Ф. П. Рябов, А. К. Дыга, Ю. К. Гайдаш, В. Л. Галинский, М. А. Фатовенко, Л. Д. Беляев, Н. И. Загубиженко, Ю. М. Нороха, А. М. Бузакова, М. Ф. Нестерова, С. Н. Тарасенко) и докторские (И. П. Лубянов, С. П. Федий) диссертации. Изучение гидрохимического режима каскада днепровских водохранилищ с 1963 г. проводили Н. И. Варенко, Т. Н. Ковтун, Л. А. Овдиенко, Т. А. Мурзина. Т. Н. Ковтун и Л. А. Овдиенко исследовали содержание в воде фенолов, роданидов, цианидов, взвесей и др. С 1965 года, под руководством профессора С. П. Федия, на водоёмах Приднепровья начинают проводиться токсикологические исследования.

В 1966 г. Г. Б. Мельников в статье «Закономерности формирования и становления зоопланктона в водохранилищах СССР» в «Гидробиологическом журнале» предложил концепцию классификации как равнинных, так и других водохранилищ по их зональному расположению (степное, лесостепное, лесное, таежное и т.п.), а также гидрофизическим особенностям (проточно-речевые, озероподобные водохранилища). В 1967 г. в коллективной монографии «Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока» днепропетровскими гидробиологами, впервые в Украине, вводятся новые в гидробиологии понятия – «внутрикаскадный, каскадный тип формирования гидробиологического режима водохранилищ», «трофическая вспышка»; освещены основные закономерности проявления этих процессов в каскаде днепровских водохранилищ (Г. Б. Мельников, И. П. Лубянов, В. Л. Галинский, Ю. К. Гайдаш, А. М. Бузакова).

50-60 е годы.

Зарождение и развитие технической гидробиологии

Создание Днепровского водохранилища коренным образом изменило природный ход биологических процессов и создало оптимальные условия для массового размножения **организмов-обрастателей**, таких как моллюски (дрейссена полиморфная и дрейссена бугская), губки-бодяги, мшанки и т. д., которые, расселившись за короткое время по всей акватории Днепровского водохранилища, стали серьёзной помехой при эксплуатации гидротехнических сооружений. Еще в 1934 г. **Д. О. Свиренко, Г. Б. Мельников, П. А. Журавель** инициируют проведение работ по биологии организмов-обрастателей и разработке способов защиты гидросооружений ДнепроГЭСа от обрастания.

Интенсивное развитие промышленного комплекса Приднепровья в 50-60-х гг. XX ст. вызвало дальнейшее увеличение

промышленного водопотребления. До сотен тысяч кубометров в час (или 7,2 млн. кубометров в сутки) возрос расход воды на крупнейшей в Европе теплоэлектростанции – Приднепровской ГРЭС. Помехи, создаваемые организмами-обрастателями, в первую очередь дрейссеной, стали принимать угрожающий характер.

Поселяясь и развиваясь в трубопроводах, а затем отрываясь от стен водных камер и водоводов, моллюски попадают в циркуляционные насосы и повреждают их, забивают конденсаторы, создают многие другие помехи в промышленном водоснабжении. Все это в конечном итоге приводит к нарушению нормальной работы предприятий, например, перегреву теплообменной аппаратуры электростанций, металлургических заводов и т. д.

Требовалась быстрая, эффективная и экономически выгодная разработка методов борьбы. Каких-либо контактов между производственниками и гидробиологами в то время не существовало. Очистку агрегатов на производстве проводили в основном механически. В свою очередь изучение биообрастаний гидробиологами слабо ориентировалось на запросы практического производства. В 1957 г. руководство РЭУ «Днепроэнерго» (г. Запорожье) обратилось в НИИ гидробиологии Днепропетровского университета с просьбой об оказании квалифицированной помощи в борьбе с биообрастаниями гидрооборужений тепловых и гидравлических электростанций. С 1958 г. координацию и практическую реализацию работ по биообрастаниям в НИИ гидробиологии Днепропетровского университета возглавил **И.П. Лубянов**. На научно-техническом совете «Днепроэнерго» была утверждена на 1958 – 1961 гг. тема «Исследование и разработка новых методов борьбы с биологическим обрастанием оборудования электростанций».

Решение проблем биоповреждения и биообрастания материалов и сооружений и защита их от повреждающего действия

биогенных факторов имеет огромное народнохозяйственное значение в связи с повышением долговечности и надежности изделий и сооружений. Выдвинуты к развитию следующие направления проблем:



Обрастание дрейссеной гидрооборужений на акватории Днепровского водохранилища

1. Изучение организмов, их комплексов и ценозов, обрастающих и повреждающих сырье, изделия, сооружения;

-
2. Определение характера и величины вызываемых организмами помех и ущерба;
 3. Исследование эффективности способов защиты сырья, изделий, сооружений в разных эксплуатационных, экологических и географических условиях;
 4. Изучение принципов создания и действия защитных средств, способов и методов.

Выполнение тем осуществлялось в три основных последовательных этапа:

а) лабораторно-полевые исследования развития биообрастаний (преимущественно макрофагуны) в зависимости от различных факторов среды; б) моделирование экологических систем ценозов биообрастания и проведение стендовых испытаний по защите различных поверхностей от обрастаний; в) внедрение в производство научных разработок, экспериментально-промышленное испытание средств, способов и методов защиты гидросооружений и систем водоснабжения от биообрастания, образующегося главным образом колониями дрейссен и сопутствующими организмами.

Органично сочетая различные методы, работы стали проводиться по трём направлениям:

1. Традиционные для НИИ гидробиологии экспедиционные обследования Днепровского водохранилища теперь были сориентированы на углубленное изучение биологии и экологии организмов-обрастателей.

2. Моделирование экологических процессов в сообществах биообрастаний сочеталось со стендовыми испытаниями по защите различных материалов от обрастания.

3. Результаты экспериментально-производственных испытаний методов, способов и средств защиты гидросооружений от биообрастания, совместно с производственниками «Днепроэнерго», Приднепровской ГРЭС, Днепровской ГЭС, Днепропетровского металлургического завода имени

Петровского и т.д., активно внедрялись в практику производства.

В последующий период решение проблем технической гидробиологии по защите гидротехнических сооружений и систем водоснабжения заводов и электростанций от биообрастания, особенно от массовых поселений дрейссены, выполнялись в плане выполнения основных тем – заданий.

Успешная разработка стратегии защиты гидро сооружений от биообрастаний требовала вначале проведения тщательного и глубокого гидробиологического обследования фауны биоценозов обрастания гидро сооружений; в первую очередь систем технического водоснабжения промышленных предприятий Приднепровья (Приднепровской ГРЭС, водозаборов Днепропетровского металлургического завода имени Петровского, Днепровского металлургического завода им. Дзержинского, Карнауховского водозабора, водозаборов в Самарском заливе и т. д.).

На протяжении 1961–1973 гг. проф. П. А. Журавлем, В. И. Золотаревой, Ю. К. Гайдаш и др. было отмечено 57 видов и форм организмов, таких как моллюски дрейссена, губки, гидры, пиявки, мшанки, ракообразные, личинки стрекоз, поденок, ручейников и т.д. В биоценозах обрастаний в основном преобладали: дрейссены, личинки ручейников, мшанки. Среди них находили приют также и многие другие организмы (высшие ракообразные, моллюски, пиявки и др.). Обрастания в верхнем бьефе плотины Днепрогэса на 90,4–98,1% состояли из дрейссены. В летний период обрастания достигали 6–12 кг/м², при плотности до 819543 экз/м². Дрейссена обитает в основном на литорали и сублиторали (т. е. на глубинах до 10–12 м), более глубоко (20–50 м) встречается редко. У берегов дрейссен больше (23000–60128 экз/м³), чем на открытой акватории (13925–36751 экз/м³); от верховья к плотине их количество возрастает (209776–235224 экз/м³). Первые личин-

ки дрейссен появляются в начале мая (при температуре воды 10,4°C) и обнаруживаются до конца ноября; при максимуме в июне – июле.

Исследования фауны биообрастаний стали теоретической основой для разработки методов защиты гидроооружений. Эта работа была направлена (в соответствии с принципами «предохранение сооружений от обрастания», а «не борьба с моллюском» (Жадин, 1946) на «отпугивание», поражение или уничтожение организмов-обрастателей непосредственно на гидроооружениях, а не на всей акватории водоёма. Разработки гидробиологов внедрялись в практику совместно с производственниками «Днепроэнерго», Приднепровской ГРЭС, Днепровской ГЭС, Днепропетровского металлургического завода имени Петровского, Научно-исследовательского и опытно-конструкторского института автоматизации черной металлургии (НИИАчермет). Исследования закономерностей сезонной динамики жизнедеятельности фауны биоценозов позволили разработать практические рекомендации по срокам очистки защитных сеток водоводов (дважды в год: в конце июля и в октябре-ноябре), что, по оценке производственников, стало важным подспорьем в борьбе с дрейссеной.

Практические работы по защите гидроооружений от биообрастания начались разработкой в 1958–1961 гг. защитного электрофильтра, использующего электрический переменный ток промышленной частоты. Известковая раковина защищает тело велигера от поражения током; с открытыми створками велигер погибал под действием напряжения 225–250 В/см, с закрытыми 380–400 В/см. При воздействии в течение 0,02–0,1 сек. электротока напряжением 380 вольт отмечалась полная гибель личинок дрейссены (велигеров).

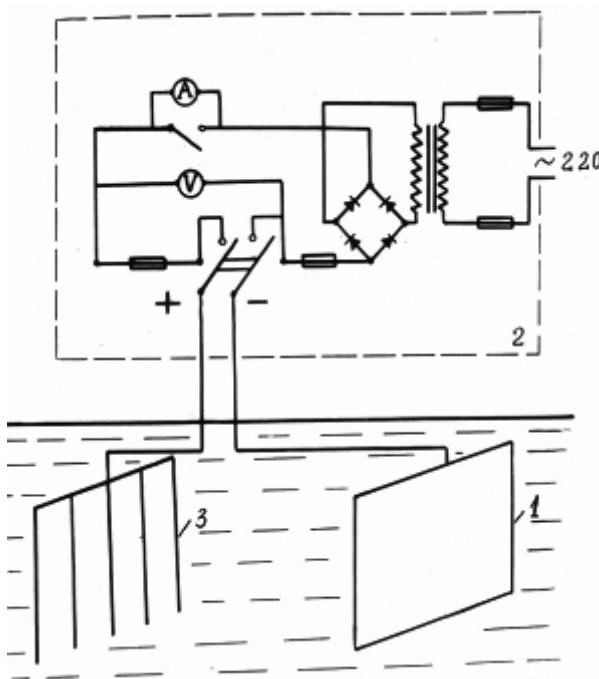
Использование катодной защиты в борьбе с зоокомпонентами биообрастаний началось с лабораторных опытов 1962 г. При плотности катодного тока 10 А/м² и выше дрейссены по-

гибали за несколько часов. При меньшей плотности ($0,1 - 0,5$ А/м²) гибель наступала через 7 – 10 сут. (Лубянов и др., 1965). Эти исследования были продолжены в производственных опытах на трубопроводах Приднепровской ГРЭС. По центру циркуляционного водовода ГРЭС диаметром 2 – 2,2 м был вмонтирован стальной стержень-анод диаметром 32 мм и длиной 50 – 87 м. В течение двух недель анодная плотность тока составляла 5,4 А/м², катодная – 0,078 А/м². В последующие восемь недель анодная плотность тока была увеличена до 10,8 А/м², плотность катодного тока доведена до 0,156 А/м². При осмотре осенью трубопроводов было установлено, что в зоне катодной защиты на каждом из трёх участков площадью по 1 м² находилось незначительное количество дрейссены: от 2 до 34 экз. сеголеток; на участках, находящихся вне зоны катодной защиты, – 200-400 экз. разновозрастной дрейссены. Катодную защиту водоводов следует непрерывно применять в период массового развития и поселения основных компонентов обрастания (с мая по октябрь).

Катодная защита гидрооружий и систем технического водоснабжения от фауны биоценозов обрастания и коррозии показала высокую экономическую эффективность для систем водоснабжения с расходом воды в 160 – 200 тыс. м³/час и получила широкое признание у практиков.

Исследования по борьбе с личинками дрейссены с помощью электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), то есть мощного (10-20 кВ) электрического разряда в воде проводились на специально сконструированной установке. Явление кавитации жидкости, происходящее во время электрического разряда, вызывало разрыв личинок и их гибель.

В дальнейшем, расширив эти исследования, проводилось изучение воздействия ЭГЭ не только на зоокомпоненты обрастания, но и на микробиологические процессы и химизм днепровской воды.



Общая схема катодной защиты

1 – защищаемая поверхность;

2 – установка катодной защиты;

3 – аноды.

Вначале в лабораторных условиях, а затем в цехе водоснабжения Днепропетровского металлургического завода им. Петровского проводилось изучение воздействия на личинок дрейссены ультразвука (Лубянов и др., 1965). Наибольшая степень поражения была отмечена при интенсивности ультразвука от 2 до 6 Вт/см² и экспозиции от 3 сек до 2-3 мин. Расстояние между кварцевой пластинкой и объектом составляло 13-14 см; эффект обнаруживался и на расстоянии 25 см от излучателя. Оставшиеся в живых личинки погибали через 1-2 суток. У личинок разрушались раковины; в результате явления кавитации

створки отделялись друг от друга; происходили и другие необратимые изменения в реснично-фильтрационном аппарате, биссусных железах и иных жизненно важных органах.



И.П. Лубянов с Ю.М. Норохой при разработке метода катодной защиты гидрооборужений.

Применение ультразвука может обеспечить защиту систем водоснабжения, каналов, трубопроводов от массового поселения и развития в них организмов-обрастателей. В сотрудничестве с Днепропетровским филиалом Института автоматики АН УССР сотрудники НИИ гидробиологии провели экспериментально-производственные испытания воздействия ультразвука на личинок дрейссены в движущемся со скоростью 0,01 м/сек потоке воды. Исследования показали, что ультразвук мощностью 1,91 Вт/см² поражает личинок дрейссены в среднем на 91,2%.

Этими работами в НИИ гидробиологии Днепропетровского университета впервые в Украине были заложены основы

формирования пресноводной технической гидробиологии – отрасли прикладной гидробиологии, исследующей биологические помехи в гидротехнических сооружениях (биообрастание), повреждение гидросооружений водными организмами (биокоррозия), вопросы питьевого, технического водоснабжения и очистки сточных вод и разрабатывающей методы и способы защиты гидросооружений от негативного биовоздействия. Название «техническая гидробиология» введено в 1938 г. Я.Я. Никитинским.

Вода, являясь средой зарождения жизни, плотно заселена живыми организмами, воздействующими на все погруженные в водную среду объекты человеческой деятельности. На 1 м² днища плавучего маяка обитает от 40 до 80 кг мидий, устриц, морских желудей и других организмов-обрастателей; на 1 м² подводной части корабля вес обрастания может составлять от сотен граммов до десятков килограммов, достигая в общем для большого корабля нескольких десятков тонн. Это приводит к снижению скорости корабля, повышению расхода горюче-смазочных материалов, ускорению износа машин и оборачивается громадным ущербом. Мировая военно-морская литература изобилует примерами негативного влияния обрастания кораблей на действия флотов. Например, американские военные аналитики высказывают обоснованное мнение, что победой над Японией в ходе Второй мировой войны США во многом обязаны применению в ВМС США более качественных средств борьбы с обрастаниями кораблей.

Пока не была разработана единая терминология для организмов-обрастателей, их всех объединяли в одну большую группу – бентос. В 1924 г. А. Л. Белинг вводит термин «перифитон», под которым подразумевает организмы, поселяющиеся на помещённых человеком в водоём предметах. В настоящее время известны 614 растительных и 1360 животных видов – обрастателей.

В «Проблемной записке и календарно-тематическом плане научно-исследовательских работ на 1965–1980 гг.» Научного совета Академии наук СССР по проблеме «Гидробиология, ихтиология и использование биологических ресурсов водоемов» говорится, что зарегулирование стока рек СССР, создание большого числа водохранилищ, прудов и каналов коренным образом меняют биологический режим источников водоснабжения. В условиях возрастающего водного дефицита биологические факторы начинают играть все большую роль в формировании качества питьевой и технической воды и в доступности водных ресурсов для народнохозяйственного использования. Ущерб, связанный с биологическими помехами в водоснабжении, должен исчисляться многими миллионами рублей. Причем эти помехи создаются массовым развитием гидробионтов. Основное средство предупреждения этих помех – ограничение развития поселяющихся внутри или на поверхности сооружений и в воде водохранилищ и каналов соответствующих бактерий, водорослей, грибов, высших растений и беспозвоночных животных (стр. 89).

Учитывая большое народнохозяйственное значение биообрастания в водоснабжении и гидротехническом строительстве,plenум Научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов принял 31 марта 1967 года постановление: «7. Создать при Научном совете Консультативный совет по обрастаниям и биологическому разрушению материалов в водной среде. 15. Просить Министерство высшего и среднего специального образования ввести в программу подготовки гидро- и теплотехников, гидростроителей, гидроэнергетиков и инженеров других специальностей, связанных с проблемами гидротехники и водного хозяйства, элементы технической гидробиологии».

Изучение биологических обрастаний и повреждений, а также эффективных мер защиты сырья, материалов, изделий, приборов, сооружений от действия биологических факторов приобретает большое народнохозяйственное значение. Потери исчисляются миллиардами рублей в год в каждой крупной стране, хотя до недавнего времени большая часть ущерба от биоповреждений и обрастаний обычно приписывалась старению и износу.

Первым международным научным комитетом, созданным Организацией экономического сотрудничества и развития, стал Комитет по биоповреждениям. Изучение взаимодействия вредящих организмов друг с другом, с субстратом, с окружающей средой и со средствами защиты от биоповреждения и обрастания составляет теоретические основы и дает практические результаты.

По инициативе Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике президиум Академии Наук СССР создал Научный совет по теоретическим проблемам биологического повреждения материалов при секции химико-технологических и биологических наук (председатель Научного совета – профессор Б. К. Флеров, ученый секретарь совета – Е. М. Лебедев). С февраля 1968 года Научный совет осуществляет координацию научно-исследовательских работ по проблеме. На 1968–1970 гг. была утверждена к исполнению комплексная тема Научно-исследовательского института гидробиологии Днепропетровского госуниверситета «Исследование биологических обрастаний Днепродзержинского и Днепровского водохранилищ в связи с разработкой методов и способов защиты гидрооборужений промышленных предприятий от биообрастания и коррозии»; на 1971–1975 гг. запланирована тема «Изучение и разработка биологических основ борьбы с обрастанием и биокоррозией металлоконструкций гидрооборужений на пресных водоемах».

С 1967 г. Ю. М. Нороха, Г. П. Емец, С. А. Баздеркина начали изучение влияния бактериофлоры на разрушение стали разных марок (на водозаборе металлургического завода им. Г.И. Петровского и в районе водозабора Приднепровской ГРЭС).

Экспериментально было показано, что с возрастанием общей численности микроорганизмов в среде и соответственно на поверхности стали увеличивается потеря массы стали. Наиболее интенсивна биокоррозия стали в летний период ($0,23 - 0,28 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$), минимальные величины её разрушения зимой ($0,04 - 0,09 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$). Установлено, что в естественных и искусственных пресноводных экосистемах в коррозионных процессах превалирующими формами микроорганизмов являются кокки. По степени уменьшения разрушения при биокоррозии стали располагаются в следующей последовательности: Ст.20; Ст.3; Ст.5; Ст.45.

Показано, что дегидрогеназная активность бактериофлоры на стальных пластинах больше, чем в водной среде, на стали без покрытия больше, чем на образцах с покрытием; увеличение дегидрогеназной активности микроорганизмов согласуется с повышением средней скорости коррозии стали.



Г.П. Емец

Установлено, что глубины повреждения на стали при биокоррозионном разрушении распределены по нормальному закону, это позволило по основным параметрам нормального закона распределения прогнозировать глубины на металле при биокоррозии, рационально решать технические проблемы при строительстве и эксплуатации гидро сооружений.

Результаты исследований днепропетровской гидробиологической школы по вопросам защиты гидро сооружений от биообразования и биокоррозии получили широкое признание у практиков. Действие метода катодной защиты гидро сооружений демонстрировалось на протяжении 1966 – 1970 гг. на Украинской республиканской выставке передового опыта и достижений народного хозяйства в павильоне «Энергетика», на Международной выставке в Лейпциге, в 1971 г. на ВДНХ СССР, в павильоне АН СССР «Биология». Результаты исследований докладывались на многих совещаниях и научных конференциях, таких как: «I съезд Всесоюзного гидробиологического общества»; «Совещание по биологии дрейссены и защите гидротехнических сооружений от её обраствания, Тольятти, 1965»; «Научно-техническое совещание по защите от коррозии гидротехнических морских и речных сооружений, Баку, 1971»; «Научно-техническое совещание по коррозии и защите промыслового оборудования, подземных коммуникаций и сооружений, Баку, 1972»; «II всесоюзный симпозиум по биологическим повреждениям и обрастваниям материалов, изделий и сооружений, Москва, 1972»; «III съезд Всесоюзного гидробиологического общества, Рига, 1976»; «I Всесоюзная конференция по биоповреждениям, Москва, 1978»; «IV съезд Всесоюзного гидробиологического общества, Киев, 1981»; «II Всесоюзная конференция по биоповреждениям, Горький, 1981»; «VI съезд Украинского микробиологического общества, Киев, 1984»; «III Всесоюзная конференция по биоповреждениям, Москва, 1987»; «Всесоюзная научно-практическая кон-

ференция по защите металлоконструкций гидротехнических сооружений от коррозии, Челябинск, 1987».

Также результаты исследований днепропетровских гидробиологов по этим вопросам описаны в книге «Биологические повреждения строительных и промышленных материалов»; АН СССР, М., 1973 (статья И. П. Лубянова, Г. П. Емец, Ю. М. Норохи); «Методика исследований биокоррозии стали», АН СССР, М., 1979; журнале «Защита металлов», 1985 (статья В. И. Лубяновой, Г. П. Емец); книге «Защита от коррозии и кавитационной эрозии конструкций и оборудования гидроэлектростанций», 1974 (статья Г. П. Емец, Ю. М. Норохи); книге «Гидробиология каналов СССР и биологические помехи в их эксплуатации», К., «Наукова думка», 1976 (статья И. П. Лубянова, Г. П. Емец); книге «Эффективность и коррозионная стойкость с/х зданий и сооружений», изд. Саратовского университета.

И на сегодняшний день приоритет в работах по использованию электротока (катодная защита, электрогидравлический эффект) и ультразвука в борьбе с биообрастаниями, а также в исследованиях по биокоррозии металлов сохраняется за работами коллектива И. П. Лубянова.

В настоящее время вопросы технической гидробиологии плодотворно развиваются в лаборатории технической гидробиологии Института гидробиологии НАНУ. Заведующий лабораторией д.б.н., профессор Александр Алексеевич Протасов более тридцати лет активно исследует экосистемы водных объектов, испытывающих техногенное воздействие, в частности, воздействие энергетических станций (ТЭС, АЭС); опубликовал более 200 научных работ, в т. ч. ряд монографий. Под руководством и при непосредственном участии профессора А. А. Протасова проведены исследования водоёмов-охладителей атомных станций Украины. В течение почти 10 лет он принимал активное участие в международных исследованиях

системы Конинских озер (Польша), которые являются охладителями двух тепловых электростанций.

О важности поднятых вопросов говорит отдельный пункт в приказе Министерства энергетики РФ «Об утверждении правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» от 19 июня 2003 года, о вопросах защиты гидрооборужений от обрастания. В пункте 3.4.6. этих правил говорится: «При обрастании систем технического водоснабжения (поверхностей грубых решёток, конструктивных элементов водоочистных сеток, водоприемных и всасывающих камер и напорных водоводов) моллюском, дрейссеной или другими биоорганизмами должны применяться необрастающие покрытия, производиться промывки трактов горячей водой, хлорирование охлаждающей воды, поступающей на вспомогательное оборудование, с поддержанием дозы активного хлора 1,5 – 2,5 мг/дм³ в течение 4–5 суток 1 раз в месяц.

В проекте федерального закона Российской Федерации «О безопасной эксплуатации гидрооборужений и гидротехнического оборудования электрических станций» говорится: «Борются с дрейссенами хлорированием воды и окраской сооружений ядовитыми для личинок дрейссены красками; применяют катодную защиту гидротехнических сооружений и разрабатывают возможности применения ультразвука для борьбы с личинками».

В 50–60-е годы XX ст. НИИ гидробиологии Днепропетровского университета стал центром формирования и развития таких принципиально новых в Украине направлений гидробиологической науки, как космическая гидробиология (Г. Б. Мельников) и пресноводная радиоэкология (И. П. Лубянов). Во многом этому содействовала специализация развития Днепропетровска и Приднепровского региона как центров оборонной (ракетно-космической и ядерной) промышленности.

50-60-е годы.*Зарождение и развитие космической гидробиологии*

Днепропетровские гидробиологи внесли свой заметный вклад в развитие космонавтики, в разработку систем жизнеобеспечения космических полетов.

Становление и развитие космической гидробиологии прочно базировалось на идеях К.Э. Циолковского, предсказывавшего скорое осуществление полётов человека в космос. Хорошо понимая, что осуществление космических полётов, помимо решения множества технических проблем, связанных с созданием и эксплуатацией космических кораблей, потребует также и решения вопросов жизнеобеспечения космонавтов, К.Э. Циолковский в 1891 г. выдвигает идею «о предохранении слабых вещей и организмов от ударов и толчков и усиленной тяжести посредством погружения их в жидкость равной их плотности». В дальнейшем эта идея трансформируется в разработку **замкнутой экологической системы (ЗЭС)** – герметически замкнутого пространства космического корабля с продуктами питания, водой и атмосферой для дыхания, для обеспечения жизнедеятельности человека за пределами планеты Земля.

Первая попытка экспериментального создания модели замкнутой экологической системы была осуществлена в 1912 г. Ф.А. Цандером. Продукты жизнедеятельности человека поступали для утилизации в искусственную среду для выращивания высших растений. В качестве такой среды Ф.А. Цандер использовал древесный уголь.

После запуска в 1957 г. первого искусственного спутника Земли, в преддверии полётов человека в космос, срочно требовалась надёжная система жизнеобеспечения космонавтов. Было очевидным, что главным её компонентом должна быть система поддержания дыхания космонавтов (регенерация

кислорода и очистка от вредной для организма выдыхаемой углекислоты). К. Э. Циолковский считал, что для непродолжительных космических полётов космонавты могут использовать запасы кислорода с Земли, а углекислоту удалять при помощи химических веществ – поглотителей (например, щелочей). Однако в грядущих длительных перелётах нормальное дыхание космонавтов лучше всего обеспечивали бы зелёные растения (автотрофное звено замкнутой экологической системы).

К. Э. Циолковский писал: «Как земная атмосфера очищается растениями при помощи Солнца, так может возобновляться и наша искусственная. Она должна будет, так же как и земная, поддерживать круговорот необходимых для жизни человека веществ – кислорода и воды и очищать воздух от углекислого газа».

Для создания надёжной системы жизнеобеспечения космонавтов в ведущих странах мира в конце 50 гг. XX ст. проводились обширные исследования по подбору растений, в больших количествах выделяющих кислород и поглощающих углекислоту. Большое внимание было привлечено к различным видам водорослей. Довольно перспективным представлялось культивирование на борту космического корабля одноклеточной протококковой водоросли – хлореллы. Первые эксперименты по обеспечению газообмена животных за счет фотосинтеза хлореллы были проведены в 1957 – 1960 гг. в США Е. Баумом, Р. Гаффордом, К. Крафтом и др. Первые попытки обеспечения кислородом человека за счет фотосинтеза хлореллы в замкнутых системах были осуществлены в СССР в 1960-1961 гг. Е. Я. Шепелевым и Г. И. Мелешко, а затем в США Х. Бови и др. К тому же хлорелла целиком пригодна в пищу, поэтому планировалось использовать её во время полётов для питания. Однако, как продукт растительного происхождения, хлорелла – низкокалорийна. Базировать питание космонавтов на употреблении только хлореллы было нельзя. Для полноцен-

ного сбалансированного питания космонавтов, особенно во время длительных космических полётов, постоянно нужны свежие мясные продукты. То есть замкнутая экологическая система, кроме автотрофного звена, должна содержать также и гетеротрофное звено. В качестве источников питания предполагалось включать различных животных. Но для этого на космическом корабле нужно было бы выделить площади для животноводческих ферм. И чем более длительным планировался полёт, тем большая площадь под животноводческие фермы должна быть выделена. Но, с другой стороны, выделение площадей для содержания животных на борту космического корабля значительно повышало стоимость полётов и снизило бы их эффективность.

Интерес профессора-гидробиолога Георгия Борисовича Мельникова к космическим проблемам возник во многом во время его работы, как ректора ДГУ, по организации в Днепропетровском госуниверситете физико-технического факультета, созданного для подготовки специалистов-ракетчиков, необходимых для производства мощных баллистических ракет на закрытом суперзаводе «ЮМЗ». Постоянное участие в решении проблем «ракетного факультета», особенно после запуска в 1957 г. первого искусственного спутника Земли, дало возможность Георгию Борисовичу Мельникову почувствовать скорое приближение полёта человека в космос и включиться в разработку системы жизнеобеспечения космонавтов (замкнутой экологической системы ЗЭС).

Профессор Г. Б. Мельников выдвигает и научно обосновывает оригинальную идею, кардинально изменившую все подходы к подготовке космических полётов, – идею объединения в едином производственном комплексе и автотрофного, и гетеротрофного звеньев ЗЭС, причем этот комплекс должен быть водным. В этом случае космонавты в полёте получали бы и кислород для дыхания (автотрофное звено), и полно-

ценное питание (конкретно, белковое), употребляя в пищу рыбопродукты и иных водных животных (гетеротрофное звено). Реализация этой идеи требовала слияния в единый комплекс очень разных отраслей науки и техники, никогда ранее не взаимодействующих. Глубокое научное обоснование, базирующееся на обширных наработках днепропетровской гидробиологической школы, энергия и настойчивость Георгия Борисовича Мельникова позволили ему заложить основы формирования в Украине нового направления гидробиологической науки – **космической гидробиологии**, которая должна была заниматься теоретическими и прикладными вопросами гидробиологии, в отношении специфических условий космического полёта и космического пространства.

В 1961 году в Днепропетровском университете начинает функционировать первая в Украине лаборатория космической гидробиологии. Её главным заданием стала комплексная разработка **замкнутой экологической системы** (ЗЭС) на космическом корабле, причём **гидробиологической экологической системы**. Днепропетровский университет становится местом зарождения нового гидробиологического направления: в 1965 году, на I съезде Всесоюзного гидробиологического общества, организатор и научный руководитель работ по космической гидробиологии профессор Г. Б. Мельников выступил с докладом, в котором сформулировал проблематику, методологию, задачи и пути развития космической гидробиологии.

Коллектив лаборатории космической гидробиологии провёл значительный объём исследований, результаты которых внесли существенный вклад в развитие отечественной космонавтики, в частности, в разработку научных и прикладных основ замкнутой экологической системы жизнеобеспечения космонавтов в длительных космических полётах. Исследования лаборатории проводились по следующим направлениям:

1. Биологическое обоснование включения в водное гетеротрофное звено ЗЭС рыб и зоопланктеров. Включение рыб и зоопланктеров в водное гетеротрофное звено ЗЭС представлялось перспективным, потому что в условиях космического полёта их можно было выращивать вместе с одноклеточными микроскопическими водорослями, составляющими основу автотрофного звена ЗЭС. Разрабатывался метод выращивания рыб и зоопланктеров с максимальным использованием одноклеточной микроскопической зелёной протококковой водоросли – хлореллы.

На первом этапе отрабатывалась методика экспериментов, определялись оптимальные параметры кормовых рационов для рыб (на примере карася серебристого – *Carassius auratus gibelio*) и условия их содержания. Уже на этом этапе была показана возможность использования живой культуры хлореллы как для биологической регенерации кислорода, так и в качестве корма для рыб в замкнутых аквариальных установках, имитирующих условия герметической кабины космического корабля. Была доказана принципиальная возможность биологической совместимости хлореллы и рыбы при их совместном содержании.

На втором этапе объектом исследований была выбрана тропическая теплолюбивая всеядная рыба тиляпия (*Tilapia mossambica* Peters), растущая и размножающаяся в аквариальных условиях с ограниченным объёмом воды. Благодаря этим свойствам тиляпию можно было включить в водное гетеротрофное звено ЗЭС. В ходе этих исследований изучалось влияние различных кормов на комплекс показателей, характеризующих жизнедеятельность тиляпии; использовали широкий ассортимент кормовых рационов: гранулированные хлореллосодержащие и не содержащие её корма; монокорма, включающие только хлореллу или только дафний; поликорма, имеющие, кроме хлореллы, также и кормовые добавки в виде дрожжей или сухих дафний.

Проведенные исследования показали высокую пищевую ценность хлореллы для тиляпий при использовании гранулированных кормов и содержании рыб в аквариальных условиях. Гранулированные хлореллосодержащие корма обеспечивали достаточно высокие темпы весового и линейного роста, при сохранении удовлетворительного состояния тиляпий и питательных свойств мяса. Этот вывод стал частью биологического обоснования включения тиляпий в водное гетеротрофное звено ЗЭС, в которой хлорелла является частью автотрофного звена.

Теоретическое и практическое значение и в настоящее время имеют результаты исследований этой лаборатории по длительному кормлению зоопланктера дафнии (*Daphia magna*) живой культурой хлореллы. Была получена популяция дафний, темпы размножения которой при содержании на указанном монокорме более семи лет не снижались. По ряду биохимических показателей, например, по содержанию жира, эта популяция оказалась даже более ценной в пищевом отношении, чем дафнии, обитающие в естественных условиях. Также, в ряде экспериментов, дафний содержали совместно с живой культурой хлореллы в условиях, имитирующих герметический объём. Была показана биологическая совместимость хлореллы и дафний и возможность использования хлореллы как биологического регенератора кислорода для дыхания дафний.

2. Утилизация отходов и продуктов метаболизма растительных и животных организмов, образующих ЗЭС, и сейчас, при проведении длительных космических полётов, представляет особую трудность. Эксперименты, проведенные в лаборатории космической гидробиологии Днепропетровского университета, показали, что центрифугат культуры хлореллы, содержащий продукты её жизнедеятельности, может быть использован для выращивания на нём кормовых дрожжей.

Продуктивность дрожжей при этом оказывалась значительно выше, чем выход биомассы самой хлореллы. Биохимический состав центрифужных дрожжей, в частности аминокислот, позволил использовать их как кормовую добавку в рационах рыб. Таким образом, утилизация отходов культуры хлореллы путём выращивания на них кормовых дрожжей может существенно повысить эффективность ЗЭС.

Изучалась также утилизация продуктов жизнедеятельности рыб путём выращивания на них штаммов хлореллы.

В серии длительных экспериментов было показано, что дафнии также могут быть использованы для утилизации отходов рыб. Существенное значение имеет и обнаруженный факт, что введение растворённых продуктов жизнедеятельности рыб в культуру хлореллы, скармливаемую дафниям в качестве единственного корма, стимулировало их рост и размножение, что ещё раз подтверждает целесообразность включения и рыб, и дафний в водное гетеротрофное звено ЗЭС.

3. Влияние факторов космического полёта и космического пространства на жизнедеятельность организмов – членов водного гетеротрофного звена ЗЭС. Биологическое обоснование включения тех или иных организмов в состав ЗЭС было бы неполным без выяснения характера и степени влияния факторов космического полёта и космического пространства на жизнедеятельность этих организмов. В лаборатории космической гидробиологии изучалось действие радиальных вибрационных перегрузок и кратковременной невесомости на двигательные функции рыб. Были определены границы указанных параметров, при которых нарушения не имеют необратимого характера.

Поражающее действие космической радиации представляет главную опасность во время космического полёта. Первые попытки оценить радиационную обстановку в космосе были сделаны еще в 1934 г. Н. К. Кользовым, Г. Мёллером,

Г. А. Надсоном во время подъёмов животных в верхние слои атмосферы.

В лаборатории космической гидробиологии Днепропетровского университета исследовали влияние облучения на состав крови у растительноядных рыб, которые (наряду с тиляпией) могли быть включены в состав водного гетеротрофного звена ЗЭС. Определялись летальные дозы облучения для растительноядной рыбы – белого амура. Было установлено, что абсолютная летальная доза для него составляет 2–5 тыс. р. Облучение в дозах 800–1000 р в течение последующих 20–25 дней (при толщине облучаемого слоя воды 2 см, температуре 10 °C и мощности дозы 66,9 р/мин) также сопровождалось гибелью всех рыб. Доза 600–700 р в тех же условиях вызывала гибель лишь 20–30% рыб в течение 15–20 дней после облучения.

В другой серии экспериментов было установлено, что с увеличением слоя воды с 2 см до 5 см устойчивость рыб к облучению возрастала. Летальная доза облучения для белого амура в этих условиях составила 900–1000 р в течение 20 дней при мощности 66,9–67,1 р/мин, фокусном расстоянии 30 см, температуре воды 19–20 °C.

Также изучалось влияние облучения на состав и ацетилхолинэстеразную активность крови у растительноядных рыб.

Также в лаборатории изучалось действие на живой организм радиальных перегрузок при ускорениях. Ещё в 1820 г. чешский биолог Ян Пуркине проводил на животных экспериментальные исследования физиологических механизмов действия радиальных ускорений – перегрузок и обнаружил, что в случае, когда вектор перегрузки совпадает с направлением продольной оси тела, у животных возникают резкие изменения мозгового кровообращения.

В лаборатории космической гидробиологии исследования действия радиальных ускорений на рыб показали, что при перегрузках нужно учитывать степень заполнения водой ём-

кости, в которой находятся рыбы, а также удельный вес рыб. В условиях кратковременной (до 25 сек) невесомости наблюдались значительные изменения в поведении рыб. Они теряли ориентацию в пространстве, плавали в любом положении – на боку, головой вниз, брюшком вверх и т. д. В аквариумах, заполненных водой на 1/10 объёма, в состоянии невесомости рыбы выпрыгивали в воздух, где теряли способность к нормальным плавательным движениям, и беспорядочно кувыркались с резко возрастающей скоростью перемещения.

Действие вибраций с частотами 20–40 Гц было слабым или умеренным; частоты 80–90 Гц оказывали наиболее сильное, доходящее до летального, действие, на рыб весом 40–130 г и длиной тела до 21 см. В этом диапазоне частот возможны резонансные явления. С дальнейшим повышением частот от 100 до 1000 Гц степень вибрационного воздействия на организм рыб снижается от умеренной до слабой. На космическом корабле с рыбами на борту необходимо предусмотреть виброизоляцию аквариума, особенно для вибраций в диапазоне 50–100 Гц.

Результаты исследований днепропетровских гидробиологов в области космической гидробиологии нашли широкое применение в «земных» отраслях гидробиологии. Так, исследования по выращиванию тиляпий на хлореллосодержащих гранулированных кормах получили высокую оценку у специалистов-рыбоводов в Казахстане и Средней Азии, где проводились работы по акклиматизации этой ценной рыбы в местных условиях.

Обнаруженное явление стимулирования роста и размножения дафний на хлорельном корме с добавкой отходов рыб стало основой для разработки рекомендаций по использованию протококковых водорослей в прудовых рыбных хозяйствах с целью регулирования в них первичной продукции и качественного состава зоопланктона.

Среди коллектива единомышленников и соратников Георгия Борисовича Мельникова необходимо отметить: Л. М. Анцышкину, Н.С. Кириленко, В.Я. Мамонтова, Н. П. Кожухаря, Ф. П. Рябова, В. Т. Хлебаса и др.

Результаты исследований были обобщены в научном сборнике НИИ гидробиологии, т.13. Экспериментальная гидробиология (1968), в статьях Г. Б. Мельникова и сотрудников «Задачи гидробиологии в связи с освоением космического пространства» (1967), «Космическая биология» (1967), «Некоторые итоги работ по космической гидробиологии» (1970, 1971) и других отчетах и статьях.

В настоящее время космическая гидробиология проводит с помощью космических аппаратов мониторинговые исследования состояния водных экосистем. Современное развитие космических методов и средств дистанционного зондирования Земли позволяет систематически получать различную информацию о параметрах исследуемых водных объектов. С помощью космической техники проводится постоянный экспресс-контроль загрязнения водоёмов, а также быстрое обнаружение аварийных ситуаций.

Подтверждая приоритет и продолжая работы днепропетровских гидробиологов в области космической гидробиологии, коллектив гидробиологов ДНУ в своих исследованиях широко использует информацию из космоса для наблюдения за антропогенным загрязнением водных экосистем юго-востока Украины, очень подверженных «цветению», сезонным изменениям уровня и зеркала воды, влиянию большого количества объектов промышленности и др.

Зарождение и развитие пресноводной радиоэкологии

В это же время **Иван Павлович Лубянов** закладывает основы нового в Украине научного направления **пресноводной радиоэкологии**. Необходимость объективной оценки воздействия на живые организмы невидимого, смертельно опасного

фактора – радиации обусловила формирование радиоэкологии – науки, изучающей закономерности миграции и биологического действия радионуклидов в компонентах биосферы.

В начале атомной эры (разработка и испытания ядерного оружия, (бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, 1945 г., ядерные испытания) развитие атомной промышленности, разработка месторождений урана, использование радиоизотопов и радиоизлучения в народном хозяйстве и медицине требовали глубокой оценки влияния на живые организмы естественной и искусственной радиоактивности. Эти исследования приобретали важное теоретическое и практическое значение. Исследования по проблемам радиоэкологии и радиобиологии в Днепропетровском госуниверситете берут свое начало с 1959 г., когда президиум АН СССР включил направление «Основные закономерности и механизм действия ядерных излучений на биологические объекты» в состав главных научных программ.

По ряду причин Днепропетровск становится «урановой столицей» Украины. На сегодняшний день в Украине разведано 21 месторождение урановых руд. Основная их часть расположена в Днепропетровской, Кировоградской и Николаевской областях, в зонах водосборного и дренажного бассейна Днепра. Есть месторождения урановых руд также в зонах водосборных бассейнов рек Южный Буг и Северский Донец. Эксплуатация этих месторождений в связи с интенсивным развитием первичного ядерного цикла страны привела к техногенному загрязнению подземных и поверхностных вод (при сбросе шахтных вод) и вызвала острую необходимость оценки состояния радиоактивного загрязнения пресноводных водоёмов юго-восточного региона Украины. На территории Днепропетровской области с конца 50-х годов XX ст. интенсивно занималось переработкой урановой руды, уранового концентратса и доменного шлака производственное объедине-

ние «Приднепровский химический завод», ориентированное на добычу урановых руд в г. Жёлтые Воды.

Атомная энергия требует уважительного отношения к себе, глубоких знаний, дисциплины и высокой культуры производства. Получение ядерной энергии сопряжено с радиоактивным воздействием, радиацией – невидимым, но смертельно опасным фактором воздействия на живые организмы. В настоящее время можно выделить следующие отрасли атомной промышленности, которые требуют экологического подхода в связи с загрязнением природной среды естественными и искусственными радионуклидами: 1) добыча и переработка ядерного горючего; 2) атомная энергетика; 3) захоронение радиоактивных отходов. Радиоэкология как наука, изучающая закономерности миграции и биологического действия радионуклидов в компонентах биосфера, приобретает важное теоретическое и практическое значение.

Председатель научного совета по проблеме «Основные закономерности и механизм действия ядерных излучений на биологические объекты» (куратором проблемы был определён Институт биофизики АН СССР) профессор А. М. Кузин обратился в НИИ гидробиологии ДГУ с предложением включиться в разработку этой проблемы. Основанием для этого была и работа, с 1955 года, радиобиологического семинара, и чтение профессором И. П. Лубяновым с 1958 г. курса радиобиологии для студентов всех специальностей биологического факультета, и приобретение необходимой аппаратуры, и овладение методикой работы с радиоактивными веществами. НИИ гидробиологии включился в радиобиологические исследования, запланировав на 1959–1965 гг. выполнение темы «Изучение процессов накопления радиоактивных веществ водной флорой и фауной в связи с решением проблемы биологической продуктивности и санитарной охраной водоёмов» под руководством к.б.н., доцента И. П. Лубянова. В работе над темой

принимал участие широкий круг специалистов, которые изучали процессы накопления радионуклидов макрофитами, моллюсками и рыбой.

В это же время в Днепропетровском университете профессор Александр Дмитриевич Рева, по тем же причинам, закладывает основы развития радиационной нейрохимии. Коллектив под руководством профессора А.Д. Ревы, также впервые на Украине, начинает изучать биохимический состав и обмен веществ в функционально и морфологически различных участках сначала поперечного утолщения спинного мозга, а затем – и головного мозга животных.

Оба, и профессор Иван Павлович Лубянов, и профессор Александр Дмитриевич Рева, были фронтовиками, прошли суворыми дорогами Великой Отечественной войны, не раз встречаясь со смертью в бою; поэтому они хорошо понимали важность глубокого изучения действия радиации на биоту. Интенсивно взаимодействуя между собой, эти два научных направления – пресноводная радиоэкология и радиационная нейрохимия, два крыла науки о взаимодействии живых организмов с радиацией, мощно развивались в Днепропетровском университете.

Постановлением Совета Министров УССР №1370 от 7 декабря 1962 г. эта тематика была отнесена к числу наиболее важных. В 1962 году выходит первая работа днепропетровских радиоэкологов по этой тематике («Об изучении радиоактивности донных животных пресноводных водоёмов». «Радиобиология», 1962. т. 2, вып 2).

В это время проводилось изучение накопления естественных радионуклидов наиболее распространенными гидробионтами (И. П. Лубянов, Л. М. Титова и др.), исследование содержания стронция-90 и цезия-137 в основных компонентах водных экосистем степной зоны Украины, различающихся по гидрологическим, гидродинамическим и гидрохимическим

характеристикам (Т. А. Мурзина, Т. М. Антоненко). В дальнейшем исследовались механизмы систем трансмембранных переноса радионуклидов в клетках гидробионтов, изучалась локализация цезия-137 в сравнении с калием в субклеточных фракциях биоконцентратора – рогоза, а также таких гидробионтов, как щука и моллюск дрейссена.

Стабильная работа промышленного комплекса Украины зависит в первую очередь от его стабильного энергообеспечения. Минимальные собственные углеводородные ресурсы (нефть, газ), достаточные лишь для обеспечения потребностей жилищно-коммунального комплекса; маломощность и недостаточная разработка новых и альтернативных видов энергии (гелиоэнергетика, ветроэнергетика, геотермальная энергия, биоэнергетика и т. д.), ставят ядерную энергетику в Украине в приоритетное положение, развитие которой базируется на наличии в Украине следующих факторов:

- 1) разведанные запасы сырья (урановых руд);
- 2) предприятия по добыче, обогащению и переработке уранового сырья;
- 3) высококвалифицированные кадры специалистов-атомщиков – как переработчиков ядерного сырья, так и эксплуатационников-энергетиков;
- 4) атомные электростанции, потребители ядерного топлива и производители электроэнергии;
- 5) мощные промышленные потребители электроэнергии, производящейся на атомных электростанциях.

В дальнейшем в каждой новой пятилетке разрабатывались новые темы: 1966–1970 гг. – «Исследование закономерностей взаимодействия между организмами и радиоактивной средой» (научный руководитель – доцент И. П. Лубянов); 1971–1975 гг. – «Изучение вопросов радиационной и химической экологии водных организмов» (научные руководители – доцент И. П. Лубянов и старший научный сотрудник А. И. Дворец-

кий); с 1976 по 1980 г. исследования проводились по заданию: «Разработать на основе действия ионизирующей радиации на животных рекомендации по оценке генетической опасности влияния внешней среды» (научный руководитель – старший научный сотрудник А. И. Дворецкий).

Остановившись на вопросах развития пресноводной радиоэкологии, нужно подчеркнуть, что радиоэкологические исследования в 50–60 гг. XX ст. занимались в основном изучением процессов миграции, накопления и распределения в водных экосистемах радионуклидов стронция-90 и цезия-137, как особенно опасных продуктов ядерных реакций во время испытаний атомного оружия. Проводились работы по подбору организмов-концентраторов для дезактивации радиоактивного загрязнения воды, разрабатывались рекомендации по недопущению поступления радионуклидов в организм человека.

Также нужно отметить ещё одну, одну из первых работ молодого коллектива радиоэкологов – о накоплении естественных радионуклидов наиболее распространенными гидробионтами (И. П. Лубянов, Л. М. Титова и др.). Материалы для этой работы отбирались на акваториях Днепровского и Днепродзержинского водохранилищ; днепровских притоках: Самаре, Орели и Конке; нагульном пруду рыбхоза «Таромский», Южном водохранилище Криворожского рыбхоза, нагульном пруду Каховского нерестово-выростного хозяйства, заболоченных водоёмах в долинах р. Орели и р. Днестр. На основании проведенных исследований были установлены следующие закономерности накопления естественных радионуклидов в водных экосистемах:

1) естественная радиоактивность воды зависит от её общей минерализации, проточности и комплексного использования; во все годы исследований радиоактивность воды находилась в пределах 4,3–55,1 пикокюри/л;

2) донные грунты исследуемых водоёмов являются хорошим аккумулятором радиоактивных веществ;

3) коэффициенты накопления естественной радиоактивности макрофитами находились в диапазоне от 18 до 20390 ед. Летом коэффициенты накопления общей радиоактивности растений была выше, чем осенью, в результате интенсивной вегетации в летний период;

4) грунты дна во всех исследуемых водоёмах имели коэффициенты накопления общей радиоактивности более 1000 ед.

В этот период проводилось изучение содержания стронция-90 и цезия-137 в основных компонентах водных экосистем Степной зоны Украины. Исследования проводились в водоёмах, различающихся по гидрологическим, гидродинамическим и гидрохимическим характеристикам (Т. А. Мурзина, Т. М. Антоненко). Было установлено, что коэффициент накопления (КН) стронция-90 у различных видов гидробионтов неодинаков; в значительной мере он определяется видовой принадлежностью гидробионтов. Значения КН стронция-90 формирует следующий ряд по убыванию: моллюски > ракообразные > водная растительность > рыбы. Наибольшие КН наблюдались среди моллюсков – у дрейссены бугской и речной; среди водных растений – у хары, рдеста пронзеннолистного, урути колосистой; среди рыб – у леща, тарани, белого амура, красноперки, карася. Также установлена зависимость степени накопления стронция-90 исследуемыми гидробионтами: у растений – от уровня их погруженности; у рыб – от пищевой специализации, от сезона года и содержания кальция в воде.

Исследования по накоплению, распределению и миграции цезия-137, поступающего при глобальных выпадениях в системе «вода – гидробионты – грунты», проводились в водоёмах трёх типов (водохранилище, залив, река) Степной зоны Украины (Т. М. Антоненко). Исследования показали, что общее содержание цезия-137 в исследуемых водоёмах

распределялось следующим образом: в воде: 2,0–4,1%, в грунтах 83–94%, в водной растительности 2,3–14%, в животных объектах – 0,3–1,3%. Распределение по концентрациям, как правило, составляло следующий ряд: грунты > высшая водная растительность > водные животные > вода. Наибольшие концентрации цезия-137 отмечены: среди грунтов – в черном иле; среди водной растительности – в рдесте и рогозе. Освещение на 17–33% повышало способность водной растительности концентрировать цезий-137. Существует также определенная зависимость накопления радионуклидов этими объектами, в зависимости от степени антропогенной нагрузки на водоёмы.

С 1976 года эстафету лидера и вдохновителя радиоэкологических исследований в Днепропетровском университете принимает профессор Анатолий Иванович Дворецкий. Наряду с радиоэкологическими исследованиями начинает разрабатываться тематика, направленная на изучение действия ионизирующей радиации и других неблагоприятных факторов окружающей среды на регуляторные механизмы клетки. Проводятся экспериментальные исследования по изучению механизмов систем трансмембранных переноса радионуклидов в клетках гидробионтов. Для этого изучалась локализация прочно связанного калия и цезия-137 в субклеточных фракциях биоконцентратора – рогоза, а также гидробионтов: щуки и моллюска дрейссены. Было установлено, что калий и цезий-137 локализируются в органеллах этих объектов таким образом: в растительных объектах – ядра > клеточные стенки > митохондрии (для цезия-137); ядра > клеточные стенки > митохондрии > хлоропласти (для калия); в животных объектах – ядра > митохондрии > рибосомы (для цезия-137); ядра > рибосомы > митохондрии (для калия).

Чернобыльская авария грозно напомнила о необходимости глубокого и всестороннего изучения действия

ионизирующей радиации на живые организмы. Днепропетровские радиобиологи включились в изучение последствий радиационного загрязнения в Приднепровском регионе, в первую очередь в изучение состояния загрязнения водной среды.

Обстоятельный анализ «постчернобыльской ситуации» дал возможность установить, что наиболее высокие показатели содержания стронция-90 и цезия-137 в воде Днепровского водохранилища наблюдались в весенний период 1991 г, что связано с поступлением загрязненной воды из вышележащих водохранилищ Днепровского каскада, при затоплении поймы р. Припять. Сезонные изменения и пространственное распределение радионуклидов в воде Днепровского водохранилища в 1991 г. характеризовались большей динамикой, в сравнении с 1992 г. Высокие концентрации радионуклидов наблюдались в воде среднего и нижнего участков Днепровского водохранилища. Содержание стронция-90 в воде притоков р. Днепр – реках Орель, Самара, Кильченъ было в 2,5–3,6 раза ниже, чем в воде самого Днепровского водохранилища. По сравнению с состоянием загрязнения воды в Днепровском водохранилище стронцием-90 в доаварийный период степень загрязнения в период 1991 – 1994 гг. увеличилась в 1,5 – 2 раза, но была ниже ПДК для питьевой воды в 60 раз. Содержание цезия-137 в 1991 г. превышало доаварийный уровень в 16 раз, в 1992–1993 гг. – оно отвечало доаварийному периоду. Распределение цезия-137 в донных отложениях Днепровского водохранилища колебалось в широких пределах; наибольшая активность цезия-137 отмечена в весенний период 1992 г. в нижней части водохранилища, где почти отсутствовало течение и происходила мощная аккумуляция органических веществ.

Параллельно с вышеуказанными исследованиями в «постчернобыльский» период проводились также следующие исследования:

– в 1992–1995 гг. вместе с НИИ сельхозрадиологии УААН проводилось изучение качества воды, используемой для орошения, определение содержания радионуклидов чернобыльского выброса в водах ирригационных водозаборов Днепровского, Днепродзержинского и Каховского водохранилищ;

– в 1993–1995 гг. в содружестве с НИИ гидротехнической механики (г. Киев) изучались участки водохранилища, прилегающие к Запорожской АЭС. В результате этого были отмечены участки с несколько повышенной концентрацией радионуклидов в воде, грунтах, планктоне и растениях;

– в 1994–1996 гг. вместе с НИИ гидробиологии НАНУ проводилось исследование радионуклидного загрязнения пресноводных водоёмов Приднепровья.

В настоящее время для днепропетровских радиоэкологов во главе с профессором А. И. Дворецким на первый план выступают исследования состояния радиационного загрязнения водных экосистем Приднепровья естественными техногенно-усиленными радионуклидами. Наиболее распространенными из них и в то же время такими, которые оказывают основную часть радиоактивного действия, являются радионуклиды уранового и ториевого радиоактивных семейств. Учитывая концентрацию добычи и переработки урановых руд в Днепропетровской области, приведшую к накоплению в Днепродзержинске и Желтых Водах около 90 млн. тонн радиоактивных отходов, содержащих уран, торий, свинец, полоний, радий и т. д. (лишь в хвостохранилищах производственного объединения «Приднепровский химический завод» накоплено 42 млн. тонн радиоактивных отходов), оценка состояния радиационного загрязнения водоёмов Приднепровья становится чрезвычайно актуальной. Добыча и переработка уранового сырья сопровождается большим количеством радиоактивных отходов, которые накапливаются как на поверхности земли (в хвостохранилищах и отвалах породы), так и в шахтных водах,

которые после откачки из шахт попадают в водоёмы. Пульпа, которая находится в хвостохранилищах, поступает с заводов по переработке урана с водой, насыщенной различными радионуклидами. После фильтрации через дамбы хвостохранилищ эта вода попадает в грунтовые воды или стекает в ближайшие водоёмы, загрязняя их радионуклидами и тяжелыми металлами. Шахтная вода, которая получается при добыче урановых руд, также имеет в своём составе ряд радионуклидов. При попадании шахтных вод в водоёмы они также загрязняются радионуклидами. Потому определение степени влияния уранодобывающих предприятий на состояние загрязнения водоёмов Приднепровского региона для днепропетровских радиоэкологов является очень важным заданием.

Об актуальности и социальной остроте этих вопросов свидетельствует и принятие на государственном уровне постановлений Кабинета Министров Украины: №656 от 5 мая 2003 года «Об утверждении Программы радиационной и социальной защиты населения г. Жёлтые Воды на 2003 – 2012 годы» и №1846 от 26 ноября 2003 г. «Об утверждении Государственной программы приведения опасных объектов производственного объединения «Приднепровский химический завод» в экологически безопасное состояние и обеспечение защиты населения от вредного воздействия ионизирующего излучения».

В настоящее время усилия днепропетровских радиоэкологов направлены на изучение процессов радиационно-химической нагрузки на организм и исследования по передаче этой нагрузки через воду и рыбу в организм человека. Широко развернуты модельные эксперименты по изучению действия естественных, техногенно-усиленных радионуклидов на организм. При этом особое внимание уделяется изучению возможности передачи через воду и рыбу радионуклидов и их комплексном, совместно с другими загрязнителями, действии на физиолого-биохимические процессы в организме. Значи-



**Экспедиционный отряд радиоэкологов
НИИ биологии ДНУ под руководством профессора
А.И. ДВОРЕЦКОГО проводит отбор проб воды.
Весна 2008 г.**

тельное внимание в этой работе уделяется поиску и изучению защитного действия препаратов от негативного воздействия на организм радиационно-химической нагрузки.

Несмотря на все трудности, продолжает успешно развиваться научная школа ДНУ «Пресноводная экология», в становление которой внесли и вносят значительный вклад проф. И. П. Лубянов, проф. А. И. Дворецкий, к.б.н. Т. М. Антоненко, к.б.н. И.А. Зубченко, к.б.н. Л. М. Титова, м.н.с. Т. А. Мурзина и многие другие.

Чернобыльская авария грозно напомнила о необходимости глубокого и всестороннего изучения воздействия ионизиру-

ющей радиации на живые организмы. Днепропетровские радиобиологи проводили изучение последствий радиационного загрязнения водной среды Приднепровского региона.

70-90-е годы.

Оценка состояния водных ресурсов Приднепровья.

В 70-90-е гг. разворачиваются интенсивные исследования днепропетровской гидробиологической школы по продукционной гидробиологии, в связи с преобладанием в тематике работ института общебиологических тенденций экологизации научных исследований, разработкой теории и практики охраны, рационального использования и воспроизводства гидробионтов, связанные с глобальной и региональной евтрофикацией водных экосистем.

В ходе выполнения госбюджетных тем «Исследования экологических особенностей взаимодействия между организмами и внешней средой в условиях антропогенного загрязнения водных экосистем Приднепровского региона», «Изучить биоресурсы водоемов Приднепровья, разработать теоретические основы повышения их продуктивности и улучшения качества воды» – получены данные по величине и темпам продуцирования массовых видов планктона (В. Л. Галинский), бентоса (Ю. К. Гайдаш, В. И. Золотарева, А. К. Дыга, Н. И. Загубиженко), первичной продукции (Г. В. Мисюра), определены запасы планктона, бентоса, высшей водной растительности (А. В. Евдущенко) в Днепровском и Днепродзержинском водохранилищах. В монографии «Днепродзержинское водохранилище» обобщены результаты многолетних исследований по широкому кругу вопросов: влияние каскадного фактора на биологический режим водохранилища, процессы формирования высшей водной растительности, микробентоса, микробиологические процессы, оценка качества воды по химическим

и биологическим показателям, фито- и зоопланктон, микро- и макробентос, состав и происхождение элементов лиманно-каспийской фауны водохранилища, трофические взаимоотношения рыб, материалы по морфологическому составу крови, паразитофауне рыб, условия размножения промысловых рыб водохранилища. Первоначально для изучения закономерностей их миграции и кругооборота были выбраны марганец, цинк, медь и кобальт, два из которых (медь и цинк) относятся к приоритетным металлам и требуют контроля. Впоследствии к ним добавлены свинец, никель и хром (металлы, строго регламентируемые при водоподготовке). С 1969 г. также начаты работы (Н. И. Варенко) по определению состава тяжелых металлов в донных отложениях водохранилища.

Значительное место в работе института занимает оценка негативного антропогенного воздействия на водные экосистемы промышленного юго-востока Украины в первую очередь на экосистему Днепровского водохранилища. Было проведено определение степени и характера влияния различных источников загрязнения на водную среду, флору и фауну. К. б. н. А. В. Мисюра и Г. Г. Шматков показали, что сточные воды шахт, попадая в реку, нарушают структуру сообществ фитопланктона и зообентоса. Позже токсикологические исследования продолжены под руководством профессора А. И. Дворецкого. Сложная взаимосвязь процессов антропогенного загрязнения Днепровского водохранилища (проявлением ещё одного, непрямого, результата экологических последствий создания Днепровского гидроэнергетического комплекса стало загрязнение Днепровского водохранилища сточными водами промышленных предприятий, построенных на берегах водохранилища и использующих электроэнергию, вырабатываемую Днепрогэсом) с общим состоянием природной экосистемы промышленного Приднепровья обусловила необходимость комплексного, междисциплинарного изучения процессов их взаимодействия.

Это обусловило реформирование в 1974 году НИИ гидробиологии Днепропетровского университета в НИИ биологии. Увеличилось количество отделов; расширился спектр научных исследований. Но отдел гидробиологии, ихтиологии и радиобиологии продолжил традиции, заложенные профессором Д. О. Свиренко. С 1977 г. изучая структурно-функциональные характеристики водной микрофлоры, м.н.с. Т. В. Пирог, Н. П. Трофименко, Г. П. Емец, С. А. Баздеркина показали, что в Днепровском водохранилище изменение качества воды при антропогенном воздействии сказалось на санитарном состоянии водоёма: по бактериологическим показателям в верхней части водоёма качество воды удовлетворительное с переходом в очень плохое, в средней части водоема – посредственное с переходом в плохое, в нижней – удовлетворительное с переходом в посредственное. Если раньше процессы самоочищения в Днепровском водохранилище заканчивались на участке после 40 км от города Днепропетровска, то с 70-х годов XX ст. этот участок сместился намного ниже по течению. Сейчас трудно отметить четкие границы чистых участков. В верхней части Днепровского водохранилища был создан заповедник, одним из основателей которого являлась к. б. н. С. Н. Тарасенко. С 1987 г. Л. И. Цегельник проводила исследования распределения хлорорганических, фосфорорганических и симтриазиновых пестицидов в воде, донных отложениях, макрофитах и бентосных организмах Днепровского водохранилища. Показано, что суммарное превышение ПДК пестицидов было особенно большим в малых реках и стоках (превышение нормы в 4 и более раз). В настоящее время исследования показывают, что спустя два десятилетия уровень пестицидов снизился. В большой мере это связано с изменением экономической ситуации, а также с перераспределением ассортимента средств химической защиты растений. Также исследуется распределение содержания синтетических поверхностно-активных веществ в

воде, уровень которых неуклонно растет. С 1992 г. на основе гидрохимических, токсикологических и радиохимических показателей проводится экологическая оценка качества воды водоёмов. В настоящее время ведутся работы по определению интегральной токсичности воды с помощью дафний и инфузорий.

70-90-е годы.

Индустриальное тепловодное рыбоводство

Экологическая направленность в работе отдела тесно переплелась с решением актуальных задач народного хозяйства. Новым этапом в развитии всегда бывших приоритетными ихтиолого-рыбоводческих работ стало разворачивание в 80-е годы широких работ по интродукции и акклиматизации в водоёмы Приднепровья дальневосточных растительноядных рыб – белого пестрого толстолобика, белого амура. Результаты этих работ были обобщены в «Методических рекомендациях по определению норм оптимальных посадок белого толстолобика в естественные водоёмы» (1988) и других работах.

С 1977 г. в Днепропетровской области разворачивается широкомасштабная комплексная программа рационального и эффективного использования биологических ресурсов внутренних водоёмов области, путём организации на их основе рыбных хозяйств индустриального типа для ведения товарного рыбоводства, а также культивирования водных животных и растений.

Одним из основных путей рационального и высокоэффективного использования биологических ресурсов внутренних водоемов является организация на их базе товарного рыбоводства, а также культивирование других водных животных и растений. Особый интерес при этом вызывает использование подогретых вод энергетических объектов для выращивания ценных видов рыб. С биологических позиций в основе тако-

го метода выращивания рыб (карп, канальный сом, бестер, форель и др.) лежат физиолого-биохимические особенности температурной активизации развития рыб, продление периода их активного роста до 6-8 месяцев и более. Учитывая перспективность этого направления, в конце 1976 г. в Днепропетровской области было принято решение о развитии садково-бассейновых хозяйств. В этом же году в области приступили к строительству четырех садково-бассейновых хозяйств. Это опытно-экспериментальное садково-бассейновое хозяйство на базе подогретых вод Приднепровской ГРЭС, Зеленодольское хозяйство на базе Криворожской ГРЭС-2, Днепродзержинское и Никопольское холодноводные садковые хозяйства.

20 апреля 1997 года НИИ биологии Днепропетровского госуниверситета решением областных властей был назначен главным, а руководителем работ – зам. директора НИИ биологии А. И. Дворецкий. Институту было поручено на основании комплексного изучения водоемов, проведения соответствующих экспериментальных работ разработать научно-практические рекомендации по строительству садково-бассейновых хозяйств и внедрению эффективных технологий выращивания в них рыбы.

В мае 1977 года сотрудниками НИИ биологии (зам. директора А. И. Дворецкий, зав. лабораторией прудового рыбоводства А. М. Чаплина) и представителями АН Украины (Институт гидробиологии, директор В. Д. Романенко) была разработана комплексная программа проведения научных исследовательских работ, направленных на развитие рыбных хозяйств индустриального типа в Днепропетровской области, которая затем была рассмотрена и утверждена президиумом АН Украины (постановление № 222 от 30 мая 1977 г.).

К выполнению работ по программе были привлечены следующие учреждения Днепропетровской области:

1. Днепропетровский госуниверситет (НИИ биологии и ряд кафедр биологического и физико-технического факультетов);
2. Днепропетровский химико-технологический институт;
3. Днепропетровский сельскохозяйственный институт;
4. Днепропетровский медицинский институт;
5. Днепропетровский опорный пункт УкрНИИРХа;
6. Днепропетровская водная инспекция Нижнего Днепра;
7. Днепропетровская областная санэпидемстанция;
8. Днепропетровская областная научно-производственная ветеринарная бактериологическая лаборатория.

АН Украины:

1. Институт гидробиологии.
2. Институт биохимии.
3. Институт микробиологии и вирусологии.
4. Институт зоологии.
5. Институт гидромеханики.
6. Институт технической теплофизики.

Для выполнения программы работ НИИ биологии Днепропетровского госуниверситета, как главной организации по региону и институтам и учреждениям г. Днепропетровска, были выданы технические задания на проведение соответствующих работ.

В ноябре 1977 года Совет Министров Украины принял постановление № 586 «Про розвиток і впровадження науково-технічних розробок по підвищенню рибопродуктивності водойм Української РСР». В постановлении были сформулированы «Основні напрями комплексних наукових досліджень в галузі промислового риборозведення на 1978-80 рр., проведення яких покладається на установи Академії наук, Мінвузу і Укрголоврибпрому»:

– вдосконалення біотехніки відтворення промислових видів риб у внутрішніх водоймах, методів одержання личинок ко-

ропа у донерестові строки, проведення селекційно-племінної роботи з рослиноїдними рибами, підвищення ефективності боротьби з хворобами ставкових риб в умовах інтенсивного риборозведення;

– вищукання методів регуляції обміну речовин у риб, вирощуваних на підігрітих скидних водах, розробка технології промислового виробництва гранульованих комбікормів для риб, збагачення високоефективними біологічно активними сполуками для підвищення продуктивності тепловодних рибних господарств;

– наукове обґрунтування оптимального санітарно-гідробіологічного і гідрохімічного режимів у рибних садках і басейнах, включаючи комплекс заходів по боротьбі з інвазійними захворюваннями риб та очистку водного середовища у тепловодних рибних господарствах індустріального типу;

– розробка типових технічних рішень тепловодних рибних господарств з прямоточною і оборотною системами водопостачання з метою найбільш ефективного використання відпрацьованих скидних вод енергетичних об'єктів у рибогосподарських цілях».

Этим же постановлением намечалось строительство в Днепропетровской области двух тепловодных садковых хозяйств площадью 30 тыс. м² и мощностью 30 тыс. центнеров рыбы в год. В 1979 году Госплан Украины принимает программу работ РН.40.01. «Разработать новые и усовершенствовать существующие способы интенсификации рыбоводства в различных климатических зонах Украины с целью увеличения рыбопродуктивности в 1,5 раза по сравнению с 1975 годом», утвержденную распоряжением Совета Министров Украины от 23.03.78 г. №134-р. В программе были определены министерства и ведомства, ответственные за выполнение основных заданий; главные организации и основной исполнитель; финансирование работ. Программа была рассчитана на срок

до 1985 года, были четко определены задания программы и этапы их выполнения, в частности, по садково-бассейновым хозяйствам Днепропетровской области:

– Разработать научно обоснованные мероприятия по осуществлению контроля и повышению качества воды в рыбных садках и бассейнах Приднепровского тепловодного рыбного хозяйства с целью создания условий, соответствующих интенсификации роста товарной рыбы при её массовом выращивании.

– Разработать рецептуру гранулированных комбикормов для рыб (карп, форель), обогащенных минеральными солями и другими биологически активными соединениями с целью повышения эффективности их использования на 15-20%, ускорение роста рыбы, выращиваемой на теплых водах.

– Определить оптимальные нормы потребления гранулированных комбикормов различными возрастными группами рыб.

– Разработать лечебно-профилактические мероприятия по снижению заболеваемости рыб при их садковом и бассейновом выращивании, обеспечивающие увеличение рыбопродуктивности на 20%.

– Установить влияние повышения температуры и плотности посадки рыб на гидропаразитологическую ситуацию в водоемах-охладителях, садках, бассейнах Приднепровского тепловодного рыбного хозяйства с целью разработки мероприятий по снижению инвазионных заболеваний рыб.

– Провести опытно-промышленную проверку действия антигельминтиков, вводимых в состав гранулированных комбикормов с целью профилактики массовых инвазионных заболеваний рыб.

– Повысить рыбопродуктивность тепловодных рыбных хозяйств на 20% за счёт внедрения лечебно-профилактических мероприятий.

– Разработать и установить в Приднепровском тепловодном рыбном хозяйстве систему автоматического контроля качества воды.

– Созданные временные творческие коллектизы научных работников, проектантов, технологов активно включились в выполнение вышеуказанных заданий программ.

В июне 1977 года Днепропетровский госуниверситет и вышеуказанные институты АН УССР провели комплексную научно-исследовательскую экспедицию, результаты которой позволили выдать научно-технические рекомендации по строительству Приднепровского садково-бассейнового тепловодного рыбного хозяйства. Биологическое обоснование на его проектирование и строительство было разработано Институтом гидробиологии АН УССР, руководитель работ В. Д. Романенко, и НИИ биологии Днепропетровского госуниверситета (руководитель работ – зам. директора А. И. Дворецкий, зав. лаб. А.М. Чаплина).

Рекомендации и биологическое обоснование были использованы при проектировании Укргипромезом Приднепровского садково-бассейнового хозяйства. В сравнительно короткий срок на базе теплых вод Приднепровской ГРЭС было сооружено уникальное рыбное хозяйство. Особенностью этого хозяйства является управление скоростью протекания и температурой воды. Однако не все наши рекомендации были приняты, а запроектированный Киевским отделением «Рыбпроекта» бассейн оказался несовершенным в эксплуатации. Для реализации научно-исследовательской программы в НИИ биологии Днепропетровского университета была утверждена подтема «Разработать мероприятия по повышению рыбопродуктивности садково-бассейновых хозяйств Днепропетровской области», как основной в комплексной теме «Разработка научных основ освоения, рационального использования и воспроизводства биологических ресурсов рек, водохранилищ

и прудов степной зоны Украины» (научный руководитель доц. А. С. Кириленко). В подтеме были выделены разделы:

1) изучение санитарно-гидробиологического режима Приднепровского садково-бассейнового хозяйства и разработка мероприятий по его улучшению;

2) разработка системы лечебно-профилактических мероприятий по снижению заболеваемости рыб при их садковом содержании в подогретых водах;

3) совершенствование биотехники выращивания рыб в товарных садках.

По многим направлениям научно-исследовательских работ были созданы временные творческие коллективы, которые с энтузиазмом участвовали в выполнении работ.

Сотрудниками НИИ биологии Днепропетровского госуниверситета были выполнены и внедрены следующие разработки:

– изучены санитарно-биологический режим водоемов Приднепровского садково-бассейнового хозяйства и выяснена взаимосвязь между санитарно-гидробиологическим режимом водоёма-охладителя и ростом и развитием выращиваемых в садках рыб (под руководством доц. Ф. П. Рябова);

– разработаны и внедрены рекомендации по выращиванию сеголетков карпа и сазанокарповых гибридов массой выше стандартного (30-50 г и выше) в прудах степной зоны Украины для нужд садково-бассейновых тепловодных хозяйств (под руководством к.б.н. А. М. Чаплиной);

– научно-методические рекомендации по выращиванию карпа в Приднепровском тепловодном рыбном хозяйстве (под руководством доц. А. И. Кириленко, исп. к.б.н. А. Д. Данченко, к.б.н. Л.И. Цегельник, м.н.с. Т. А. Мурзина), позволяющие получать в садках сеголеток карпа массой 80-110 г и товарного карпа массой 650-800 г с рыбопродуктивностью 100–150 кг/м² площади садков.

– рекомендации по применению добавок физиолого-активных веществ (метилурацил, ацидофилин, препарат метических ферментов). Руководитель доцент А. С. Кириленко;

– лечебно-профилактические мероприятия при выращивании рыбы в Приднепровском садково-бассейновом рыбном хозяйстве (с.н.с., к.б.н. А. М. Чаплина, м.н.с. опорного пункта УкрНИИРХ Н.В. Калюга., н.с. Л. М. Анцышкина, м.н.с. С. А. Баздеркина);

– методические указания и практические рекомендации по теории и практике удобрения рыбоводных прудов (к.б.н. А. И. Дворецкий, к.б.н. А. М. Галкина, к.б.н. Кораблева, доц. Романеев) с целью получения крупного зарыбка для тепловодных рыбных хозяйств;

– биологическое обоснование кормления рыб в садково-бассейновых и тепловодных рыбных хозяйствах при высоких плотностях посадок (зам. дир. НИИ биологии с.н.с. А.И. Дворецкий и с.н.с. УкрНИИРХ С. Герасимчук).

Разработка этих обоснований позволила использовать мировой и отечественный опыт по рациональному и сбалансированному кормлению рыб, предложить соответствующие рецептуры комбикормов и приступить к производству их в Днепропетровской области (решением областного совета народных депутатов по производству полноценных гранулированных кормов в Днепропетровской области). На основе этих обоснований было принято решение о закупке в Японии специального завода рыбных гранулированных кормов и его строительстве в Днепропетровске.

Эти все мероприятия позволили решить проблему рационального и сбалансированного кормления рыб.

Физико-техническим факультетом ДГУ (кафедра автоматики, руководитель работ доц. Якушкин) была разработана и внедрена система автономного регулирования температуры воды в Приднепровском садково-бассейновом хозяйстве.



**Организация работ.
Первым начал ДГУ.**

Для обмена опытом и решения проблемных вопросов в ДГУ систематически проводились совместные заседания, семинары, конференции, посвященные вопросам повышения рыбопродуктивности теплоловодных рыбных хозяйств Днепропетровской области.

Затем появился опорный пункт (когда).

Значительный вклад внесли руководители области (Е.В. Качаловский, В.Г. Бойко, В.А. Сергеев и др.).

Особая роль ректора ДНУ В. И. Моссаковского, директора НИИ биологии А.Н. Винниченко.

Роль АН УССР – президент Б.Е. Патон, директор Института гидробиологии академик В.Д. Романенко, директор Укр. Научно-исследовательского института рыбного хозяйства.

С целью отработки технологии выращивания крупного стандартного зарыбка Днепропетровским госуниверситетом

на биостанции Кочережки был построен экспериментальный пруд.

Приднепровское тепловодное рыбное хозяйство было построено в 1978 г.

Биологическое обоснование на его проектирование и строительство было разработано Институтом гидробиологии УААН (дир. В. Д. Романенко) и сотрудниками Днепропетровского госуниверситета.



Хозяйство проектировалось как товарное. По проекту, это хозяйство, используя теплую сбросную воду Приднепровской ГРЭС, должно выращивать с весны до осени 1200 т карпа. Из них 360 т – в бассейнах и 840 т – в садках. В зимнее время планировалось выращивать 700 т товарной продукции форели. Рыбопосадочный материал карпа должен был поступать на

прудовые хозяйства области, а форели – из форелевых хозяйств Закарпатской области.

В хозяйстве было построено 26 железобетонных бассейнов, размером 10x20 м и уровнем воды в них 1,3 м и около 1000 м² садковых площадей.

Для создания оптимального температурного режима в садках и бассейнах была построена насосная станция, позволяющая за счет разбавления сбросной воды ГРЭС водой из р. Днепр снижать её температуру.

Промышленная эксплуатация хозяйства была начата в 1979 г. В садках и бассейнах было получено 61 т товарного карпа, в 1981 г. – 416 т, т. е. проектный уровень был превышен на 56 т.

Технология индустриального выращивания карпа в Приднепровском тепловодном рыбном хозяйстве, как полигоне индустриального рыбоводства Украины, разрабатывалась и совершенствовалась усилиями ученых многих институтов как Украины, так и Приднепровья.

В соответствии с реализацией Постановления Совета Министров Украины от 25.09.77 г. № 586 «О развитии и внедрении научных разработок по повышению рыбопродуктивности садково-бассейновых хозяйств» было принято решение Президента АН УССР от 30 мая 1977 года № 226. Днепропетровскому госуниверситету было поручено ведение соответствующих научных исследований на территории Днепропетровской области.

К этой работе в области были привлечены другие институты города. Так, с 1977 г. в хозяйстве основывается опорный пункт УкрНИИРХа, затем преобразованный в лабораторию тепловодного рыбоводства. Опорный пункт возглавлял Валентин Иванович Калашин – выпускник ДГУ, кандидат биологических наук. Он формировал этот опорный пункт, который с первого дня работы занимается вопросами биотехники индустриального выращивания рыбы, разработкой лечебно-профилактических

мероприятий, вопросами разработки рецептов комбикормов и отработки режима кормления выращиваемой рыбы.

Все выполняемые ими работы являлись частью научно-исследовательских работ НИИ биологии ДГУ. Отрабатываются отдельные мощные технологии выращивания рыбы в садках и бассейнах: определяется оптимальная плотность посадки рыбы на единицу объема рыбоводной емкости, разрабатывается оптимальный режим кормления и выращивания рыб, разрабатываются и апробируются рационы кормосмесей и комбикормов для разновозрастных групп рыб.

Приднепровское тепловодное рыбное хозяйство становится одним из полигонов для отработки технологий индустриального воспроизводства и выращивания канального сома. Апробированные здесь технологии затем широко внедряются в 15 тепловодных хозяйствах Украины.

Большой вклад в развитие тепловодного рыбоводства области внесли сотрудники лаборатории: к. б. н. Н. И. Бескровная, к. с-х. н. В. Н. Доценко, к. б. н. Н. В. Калюга, к. с-х. н. Н. А. Сидоров, Н. Б. Есипова. Техническое обеспечение работ выполняли В. И. Белая, Т. В. Бондаренко, лаборант Л. В. Степанова.

Результатом проведенных комплексных научно-исследовательских и научно-практических работ Института рыбного хозяйства, ДГУ и др. стало создание нового направления в рыбоводстве области – тепловодного индустриального рыбоводства.

Эта программа была разработана сотрудниками НИИ биологии Днепропетровского университета (А.М.Чаплина и др.), совместно с сотрудниками Института гидробиологии НАНУ (директор В. Д. Романенко). 20 апреля 1977 года решением областных властей НИИ биологии Днепропетровского го-суниверситета был определен головным в выполнении этой программы.

Особое внимание уделялось использованию подогретых вод энергетических объектов для выращивания рыб (карпа, канального сома, бестера, форели и др.), путём темпера-



турной активации их физиолого-биохимического развития, т. е. продления периода активного их роста до 6–8 месяцев. НИИ биологии Днепропетровского университета было поручено проведение, на основе комплексного изучения водоемов, экспериментальных работ по разработке научно-практических рекомендаций строительства садково-бассейновых хозяйств и внедрению в них высокоэффективных технологий выращивания рыбы. Учитывая перспективность этого направления, было начато строительство в Днепропетровской области четырех садково-бассейновых хозяйств: опытно-экспериментальное садково-бассейновое хозяйство на базе подогретых вод Приднепровской ГРЭС, Зеленодольское хозяйство на базе Криворожской ГРЭС-2, Днепродзержинское и Никопольское холодноводные садковые хозяйства. За короткое время в пригороде Днепропетровска – Приднепровске было построено уникальное рыбное хозяйство, использующее теплые воды Приднепровской ГРЭС. В хозяйстве проводилось автоматическое управление скоростью течения и температурой воды.

Выполняемые на Приднепровском тепловодном рыбном хозяйстве работы были составной частью научно-исследовательских работ НИИ биологии ДГУ: отрабатывались технологии выращивания рыбы в садках и бассейнах; определялась оптимальная плотность посадки рыбы на единицу объема рыбоводной емкости; разрабатывался оптимальный режим кормления рыб; разрабатывались и апробировались рационы кормосмесей и комбикормов для разновозрастных групп рыб. На основе использования мирового и отечественного опыта кормления рыб были разработаны рецептуры рыбных комбикормов, что позволило приступить к их производству в области и решить этим проблему рационального и сбалансированного кормления рыб.

В результате проведения Институтом рыбного хозяйства, НИИ биологии ДГУ и др. комплекса научно-исследователь-

ских и научно-практических работ в Днепропетровской области было создано новое направление в рыбоводстве – индустриальное тепловодное рыбоводство: были разработаны «Биологические основы кормления рыб в садково-бассейновом рыбном хозяйстве» (1979), «Схема лечебно-профилактических мероприятий при выращивании рыбы в Приднепровском тепловодном хозяйстве» (1979), «Научно-методические рекомендации по выращиванию карпа в Приднепровском тепловодном хозяйстве» (1986) и др. Внедрение разработанных технологий позволило достигнуть рыбопродуктивности карпа в садках – 170 кг/м³, а в бассейнах – 220 кг/м³.

В работе под руководством А.И. Дворецкого принимали участие доцент А.С. Кириленко, ст.н.с. Л. Д. Беляев, н.с. Л. И. Цегельник и С. А. Баздеркина, м.н.с. Т. А. Мурзина. Приднепровское тепловодное рыбное хозяйство стало одним из полигонов отработки технологий индустриального воспроизводства и выращивания рыбы. Апробированные здесь технологии в дальнейшем были внедрены в 15 тепловодных хозяйствах Украины. Большой вклад в развитие тепловодного рыбоводства области внесли: к.с-х.н. Н. А. Сидоров, к.б.н. Н. И. Бескровная, к.с-х.н. В. Н. Доценко, к.б.н. Н. В. Калюга, Н. Б. Есипова и другие.

1927-2007 гг.

Основные итоги работы днепропетровских гидробиологов.

Основание в августе 1927 года Днепропетровской гидробиологической станции стало началом формирования днепропетровской научной гидробиологической школы. За прошедшие 80 лет днепропетровские гидробиологи достигли значительных успехов. Они стояли у истоков формирования таких научных направлений, как космическая гидробиология, пресноводная радиоэкология, техническая гидробиология, водная

токсикология и др. Расширяя географию своих исследований, днепропетровские гидробиологи проводили изучение Каховского и Днепродзержинского водохранилищ на Днепре; рек Донбасса (водоснабжение Донбасса) и Приазовья (рыбохозяйственное использование); водоаккумулирующих водохранилищ Крыма (водоснабжение). Днепропетровский национальный университет стал признанным центром гидробиологических исследований пресноводных водоёмов юго-востока Украины. Коллективом ученых опубликовано 5 монографий, 16 сборников и свыше 1000 научных работ. Наложены постоянные связи с другими научными и учебными организациями: Институтом гидробиологии НАН Украины, Институтом биологии южных морей, Институтом рыбного хозяйства УААН, Институтом клеточной биологии и генной инженерии НАН Украины, Центром радиационной медицины УМАН, МГУ, Институтом биологии внутренних вод РАН, Институтом химизации РАН, Национальным институтом радиобиологии и радиационной гигиены (г. Будапешт, Венгрия), Китайским институтом радиационной защиты, Софийским университетом Черного моря (Болгария), Институтом гидробиологии (г. Костанца, Румыния) и др. При этом состояние Днепровского водохранилища, его проблемы и пути их решения всегда были и остаются приоритетными в исследованиях днепропетровских гидробиологов.

В 2000 г. вышла монография днепропетровских гидробиологов «Запорожское водохранилище» (авторский коллектив: А. И. Дворецкий, Ф. П. Рябов, Г. П. Емец, В.Л. Галинский, Н. И. Загубиженко, Т. М. Антоненко, А.С. Белоконь, С. А. Баздеркина, Е. В. Федоненко, Н.И. Варенко, Л. И. Цегельник, А. С. Кириленко, Б.А. Барановский, Т. А. Мурзина), которая может считаться томом № 17 работ днепропетровской гидробиологической школы (том 15 «Днепродзержинское водохранилище» вышел в 1971 году, том 16 «Техническая гидробиология» – в 1975 году). В монографии «Запорож-

ское водохранилище» представлены результаты многолетних исследований первого по времени создания на р. Днепр Днепровского (Запорожского) водохранилища; проанализированы в историческом аспекте тенденции многолетней динамики основных гидробиологических показателей Днепровского водохранилища. Днепровское водохранилище в своем развитии прошло несколько этапов: 1) начальный этап формирования (с 1931 г. – начало заполнения водохранилища водой – до 1941 г. (подрыв плотины ДнепроГЭСа и катастрофическое падение уровня воды); 2) этап возвращения (после падения уровня воды в результате разрушения плотины ДнепроГЭСа, сформированного стагнофильного гидробиологического комплекса водохранилища к первичному состоянию речного реофильного комплекса (с 1941 г. до 1946 г.); 3) этап послевоенного возвращения стагнофильного гидробиологического комплекса водохранилища (с 1947 до 1956 г.); 4) этап формирования каскада системы днепровских водохранилищ и перехода Днепровского водохранилища из положения главного водохранилища к внутрикаскадному (с 1956 г. до настоящего времени).

В настоящее время днепропетровские гидробиологи сосредоточили своё внимание на разработке теоретических основ охраны и рационального использования водоемов степного Приднепровья и прогнозировании развития процессов в них по следующим направлениям:

1. Изучение основ закономерностей влияния неблагоприятных факторов (тяжелые металлы, радионуклиды, синтетические поверхностно-активные вещества, нефтепродукты и др.) на водные экосистемы Приднепровья;

2. Проводятся работы по изучению процессов накопления в гидробиоте радионуклидов, тяжелых металлов и поверхностно-активных веществ, их миграция по трофическим цепям и процессы самоочищения от этих веществ.

3. Исследуется содержание органических и биогенных веществ в донных отложениях Днепровского водохранилища, что позволяет оценить их влияние на гидрохимический режим водохранилища.

4. Сменяются поколения исследователей, а написание гидробиологической летописи Днепровского водохранилища, первого крупного водохранилища Украины, начатое Дмитрием Онисифоровичем Свиренко, Петром Петровичем Ширшовым, Георгием Борисовичем Мельниковым, Иваном Павловичем Лубяновым, Петром Алексеевичем Журавлем и многими- многими другими, из года в год продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. I. Під редакцією проф. Д.О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1929.
2. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. II. Під редакцією проф., чл. – кореспондента АН УРСР Д. О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1937.
3. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. III. Дніпровське водосховище (гідробіологічне дослідження). Під редакцією проф., чл.-кореспондента АН УРСР Д. О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1938.
4. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. IV. Дніпровське водосховище (гідробіологічне дослідження). Під редакцією проф., чл.-кореспондента АН УРСР Д. О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1938.
5. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. V. Дніпровське водосховище (гідробіологічне дослідження). Під редакцією проф., чл.-кореспондента АН УРСР Д. О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1939.
6. Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції. Т. VII. Дніпровське водосховище (гідробіологічне дослідження). Під редакцією проф., чл.-кореспондента АН УРСР Д. О. Свіренка. Дніпропетровськ. 1941.
7. Вестник научно-исследовательского Института Гидробиологии. Т. VIII. Авторефераты. Под редакцией профессора, д-ра Г.Б.Мельникова. Днепропетровск. 1948.
8. Вестник научно-исследовательского института гидробиологии. Т. IX. Посвящается прогнозам гидробиологического режима Каховского водохранилища. Издательство Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко. К. 1952.
9. Вестник научно-исследовательского института гидробиологии. Т. X. По вопросам гидробиологии и рыбного хозяйства прудов Днепропетровской области. Издательство Киевского государственного университета им. Т.Г. Шевченко. К. 1953.
10. Вестник научно-исследовательского института гидробиологии. Т. XI. По вопросам гидробиологии и рыбного

хозяйства Днепровского водохранилища после его восстановления. Издательство Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко. 1955.

11. Вестник Днепропетровского научно-исследовательского института гидробиологии. Т. XII. По вопросам гидробиологии и рыбного хозяйства Днепра на участке Кременчуг-Днепродзержинск в связи со строительством Днепродзержинской ГЭС. Издательство Харьковского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени А. М. Горького. Харьков. 1960.

12. Научный сборник научно-исследовательского института гидробиологии «Экспериментальная гидробиология». Т. XIII. Издательство Днепропетровского государственного университета. 1968.

13. Научный сборник научно-исследовательского института гидробиологии и кафедры ихтиологии и гидробиологии «Днепродзержинское водохранилище». Т. 15. Днепропетровск. 1971.

14. Сборник научных статей «Техническая гидробиология». Т. 16. Днепропетровск. 1975.

15. Вестник Днепропетровского университета. Сер. «Биология и экология». Вып.1. Отв. ред. А. Н. Винниченко. Дніпропетровськ. ДДУ, 1993.

16. Днепропетровский университет. Вестник: Биология. Экология. Вып. 2. Днепропетровск. Вид-во ДДУ, 1996.

17. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 3. Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1997.

18. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 4. Відп. ред. Вінніченко О. М. Дніпропетровськ. ДДУ, 1998.

19. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 5. Дніпропетровськ. Вид-во ДДУ, 1998.

20. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип.6. Ред.кол.: О.М. Вінніченко (відп. ред.) та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДДУ, 1999.

21. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип.7. Ред. кол. Пахомов О.Є., Кулік А.Ф. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДДУ, 2000.

22. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 8. Т. 1. Редкол.: Пахомов О.Є.(відп. редактор), Кулік А.Ф. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДДУ, 2000.
23. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 8. Т. 2. Редкол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), Кулік А.Ф. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДДУ, 2000.
24. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 9. Т. 1. Ред. кол. Пахомов О.Є.(відп. редактор), та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2001.
25. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 9. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2001.
26. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 10. Т. 1. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп.редактор), та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2002.
27. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 10. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2002.
28. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 11. Т. 1. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2003. Присвячується 85-річчю ДНУ.
29. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 11. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О. Є. (відп. редактор) та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2003. Присвячується 85-річчю ДНУ.
30. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 12. Т.1. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор) та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2004.
31. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 12. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор) та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2004.
32. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 13. Т. 1. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), Бригадиренко В.В., Травлєєв А.П. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2005.
33. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 13. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор),

Бригадиренко В.В., Травлєєв А.П. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2005.

34. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 14. Т. 1. Ред. кол. Пахомов О.Є. (відп. редактор), Бригадиренко В.В., Травлєєв А.П. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2006.

35. Дніпропетровський університет. Вісник: Біологія. Екологія. Вип. 14. Т. 2. Ред. кол. Пахомов О. Є. (відп. редактор), Бригадиренко В.В., Травлєєв А. П. та ін. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2006.

36. Дніпропетровський університет. Вісник: Серія Біологія. Екологія. Вип.15. Т.1. Відп. редактор О. Є. Пахомов. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2007.

37. Дніпропетровський університет. Вісник: Серія Біологія. Екологія. Вип.16. Т.1. Відп. редактор О.Є. Пахомов. Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ, 2008.

38. Анцышкина Л. М., Кириленко А. С., Мамонтов В. Я., Мельников Г.Б, Рябов Ф.П. Некоторые итоги работ по космической гидробиологии// Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологический режим водоемов Украины 1, К.,Наукова думка, 1970.

39. Варенко Н. И. Динамика микроэлементов (марганца, цинка, меди и кобальта) в Днепродзержинском и Запорожском водохранилищах. – Автореф. дисс. канд. хим. наук. – Иркутск, 1972 – 24 с.

40. Галинский В. Л. Формирование зоопланктона Днепродзержинского и Днепровского водохранилищ в условиях каскада и биология его массовых видов: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Д.: ДГУ, 1968.

41. Дворецкий А. И., Антоненко Т. М., Белоконь А. С. и др. Радиоактивное загрязнение водоемов Приднепровья до и после аварии на ЧАЭС// Sustainable development environmental pollution and ecological safey. 1-st Practical Conf. (DSU, Dnipro-petrovsk, Ukraine, December 4 – 8, 1995). – Р. 180.

42. Дворецкий А. И., Белоконь А. С., Самуськова С. А. Распределение радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в донных отложениях Запорожского водохранилища// Проблемы

экологической оптимизации землеиспользования и водохозяйственного строительства в бассейне р. Днепр// Материалы межрегиональной научной конференции АН Украины (г. Киев, март 1992 г.). – К., 1992. – Вып. 2. – Стр.117–119.

43. Дворецкий А.И., Белоконь А.С., Лубянова В.И. Содержание стронция-90 и цезия-137 в моллюсках и рыбе Днепровских водохранилищ // Вестник Днепропетровского университета. – Д., 1993. – С. 161 – 162.

44. Дворецкий А.И., Белоконь А.С., Ткач Л.Н., Бригеда Н.Н. Оценка качества воды по радионуклидному загрязнению водохранилищ Приднепровского региона// Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ. Материалы международной научной конференции. – 8 сентября 1995 – К., 1995.

45. Дыга А. К. Биологические обрастания гидросооружений промышленных предприятий на Днепровском водохранилище (оз. Ленина) и способы их предупреждения// Автореф. канд. дисс. Днепропетровск. 1966. 19 с.

46. Журавель П.О. Про надто масову появу *Dreissena polymorpha* (Pallas) у порожистій частині р. Дніпра в 1932 р. // Збірник праць Зоол. музею УАН. – 1934, №13. С.131 – 148.

47. Журавель П.А. О формировании биологического режима водохранилищ юго-востока Украины и пути обогащения их кормовых (для рыб) ресурсов. – Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Д. 1950.

48. Кириленко А. С. Динамика биохимических показателей мышц рыб при длительном кормлении хлореллой. – Автореф. дисс. канд. биол. наук. –Днепропетровск, 1969.

49. Лубянов И. П. Биологические основы защиты гидросооружений от фауны биоценозов обрастания Днепродзержинского и Днепровского водохранилищ. – Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Д.1972.

50. Мельников Г. Б. Задачи гидробиологии в связи с освоением космического пространства// Вопросы гидробиологии. М.: Наука, 1965.

51. Мельников Г. Б. Закономерности формирования и становления зоопланктона в водохранилищах СССР// Гидробиологический журнал. – 1966. – С.14 – 18.
52. Мельников Г. Б. Задачи гидробиологии в связи с освоением космического пространства// Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука, 1967.
53. Нестерова М.Ф. Динамика некоторых азотуглеродо-трансформирующих микробов и микробиальных процессов. – Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Днепропетровск, 1988.
54. Рябов Ф.П. Некоторые особенности физико-химического и микробиологического режимов Днепра и Днепровского водохранилища в связи с сооружением Кременчугской ГЭС и образованием Кременчугского водохранилища. – Автореф. дисс. канд. биол. наук. –Днепропетровск, 1968.– 20 с.
55. Свиренко Д.О. Исследования Днепровского водохранилища им. Ленина// Материалы совещания при институте ВОДГЕО. – М. 1934. С.18 – 24.
56. Свіренко Д.О. Дніпровське водосховище // . Вісн. Дніпропетровської гідробіологічної станції. – Д., ДДУ. – 1938. – Ч.3. – С.5 – 277.
57. Свіренко Д.О. Фітопланктон водосховища. Т. IV. Ч.1. Вип.1. – 1938. – С.478.
58. Федий С.П., Мисюра А.В. Влияние промышленных сточных вод на видовой состав, численность и биомассу фитопланктона пресных водоемов// Биологическое самоочищение и формирование качества воды. – М.: Наука, 1975.
59. Цегельник Л.И., Дворецкий А.И., Гавриленко Н. И., Симон Л. П. Уровень пестицидов, СПАВ и общая токсичность воды Запорожского водохранилища// Проблемы экологической оптимизации землепользования и водохозяйственного строительства в бассейне р. Днепр: материалы межрегиональной научной конференции. (Киев, 25 – 27 марта, 1992 г.) –К.: СОПС Украины НАНУ, 1992. С. 187 – 190.

Науково-популярне видання

ГІДРОЕКОЛОГІЯ ПРИДНІПРОВ'Я: ІСТОРІЯ, СУЧАСНЕ СТАНОВИЩЕ, ПЕРСПЕКТИВИ

Відповідальний за випуск
Павло Іванович Ломакін

Російською мовою

Редактор Г. П. Калинichenko
Технічний редактор Н. В. Туник
Коректор Н. О. Єлісеєва
Комп'ютерна верстка В. В. Суглобової

Здано на складання 17.06.2010. Підписано до друку з оригінал-макета 16.09.2010. Формат 84x108¹/₃₂. Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 5,99. Ум. фарбовідб. 6,31. Обл.-вид. арк. 5,49. Наклад 500 прим. Вид. № 330. Зам. № .

Видавничо-творчий центр «Гамалія»,
49050, м. Дніпропетровськ, вул. Лізи Чайкіної, 9.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи.
Серія ДК № 414 від 11.04.2001 р.

Віддруковано ФОП Лопатніков С. Г.
49000, м. Дніпропетровськ, вул. Леніна, 41, кімн. 122.
Свідоцтво про Державну реєстрацію Серія В01 № 547146 від 28.11.2002 р.

ISBN 978-966-467-096-5