

М. Н. ДАНИЛОВА

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТИ НА АМФИБИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Нефтяное загрязнение, получившее в настоящее время глобальное распространение, затрагивает не только акватории Морей и океанов (Миронов, 1985; Патин, 1982; Holmes, 1986; Mix, 1986), но также участки суши, реки и пресные водоемы в районах добычи и транспортировки нефти (Гусев, 1975; Edwards, 1983). В результате этого наземные, водные животные и растения подвергаются действию нефтяных углеводородов. Наиболее изучено влияние нефти на рыб (Гусев, 1975; Касимов, Рустамов, 1988; Михайлова, 1986), из наземных — на млекопитающих (Beck et al., 1984; Engelhardt, 1986; Gradiski et al., 1983; Rahimtula et al., 1984).

Амфибии и их личинки - одно из важных звеньев водных и околоводных биоценозов. В силу особенностей биологии они подвергаются действию нефтяных углеводородов в реках и небольших водоемах, куда приходят на размножение и где развиваются икра и головастики. Источниками загрязнения служат сточные воды, транспорт, нефтеперерабатывающие предприятия (Князев и др., 1985; Posvay, 1977; Rose, 1977; Rose, Harshbarger, 1977). В лаборатории экологического мониторинга ИЭРиЖ УрО АН СССР уже несколько лет ведутся исследования влияния нефти на ранние стадии онтогенеза амфибий (Данилова, 1985а, б, 1987; Пястолова, 1984; Пястолова, Данилова и др., 1986, 1987). Цель данной работы — выявление различных аспектов действия нефтепродуктов на рост и развитие остромордой и шпорцевой лягушек, дальневосточной жерлянки.

Материал и методика

В эксперименте использовали головастиков остромордой лягушки, полученных из икры, взятой в природном водоеме, которым удален от мест техногенного воздействия. Кладки (А и Б) были поделены на пять частей каждая. Примерно равные по размеру комки икры поместили в двухлитровые кристаллизаторы. На поверхность воды наносили нефть в дозах 0,005; 0,0025; 0,001 и 0,0005 мл/л. После выклева личинок оставили в прежних условиях. Когда они достигли 26-й стадии развития (Терентьев, 1950), в каждом кристаллизаторе оставили по 15 животных.

Результаты выклева личинок, остромордой лягушки

Доза, мл/л	Всего икринок, шт	Количество		Доза, мл/л	Всего икринок, шт	Количество	
		вышедших личинок	погибших эмбрионов			вышедших личинок	погибших эмбрионов
А				Б			
Контроль	105	$\frac{38}{36,2}$	$\frac{67}{63,8}$	Контроль	151	$\frac{73}{48,3}$	$\frac{78}{51,7}$
0,0005	67	$\frac{39}{58,2}$	$\frac{28}{41,8}$	0,0005	117	$\frac{48}{41}$	$\frac{69}{59}$
0,001	106	$\frac{54}{50,9}$	$\frac{52}{49,1}$	0,001	158	$\frac{66}{41,8}$	$\frac{92}{58,2}$
0,0025	82	$\frac{43}{52,4}$	$\frac{39}{47,6}$	0,0025	103	$\frac{55}{53,4}$	$\frac{48}{46,6}$
0,005	138	$\frac{49}{35,5}$	$\frac{89}{64,5}$	0,005	119	$\frac{73}{61,3}$	$\frac{46}{38,7}$

Воду заменили на чистую только в параллели А. Ежедневно измеряли длину тела и массу головастиков, регистрировали смену стадий развития. Достигших стадии метаморфоза отсаживали, измеряли массу тела перед изоляцией, а затем — после завершения превращения. Расчет энергозатрат вели по общепринятой методике (Шварц и др., 1973). Температура воды в период опыта варьировала от 20 до 27 °С.

Использовавшиеся в эксперименте головастики дальневосточной жерлянки были получены от животных из лабораторной колонии. На 10-й день после выклева из икры личинок рассадили по 13 шт. в двухлитровые кристаллизаторы с водой. Дозы нефти равнялись 0,01; 0,005 и 0,0025 мл/л. Через 15 дней с начала опыта у головастиков стали ежедневно регистрировать массу и длину тела. После была получена еще одна партия икры. С вышедшими личинками поставили аналогичный эксперимент, увеличив дозы нефти до 0,025 и 0,05 мл/л. За время опытов температура воды изменялась в пределах 20—25 °С.

Головастики шпорцевой лягушки были получены от лабораторной колонии лягушек-альбиносов. Личинок рассаживали в трехлитровые цилиндрические сосуды по 3 (первая серия) и по 10 (вторая серия) штук. На поверхность воды наносили сырую нефть дозами 0,5; 0,05 и 0,005 мл/л. Контроль и каждый вариант

Изменения длины и массы личинок остромордой лягушки в параллели А

Доза, мл/л	Показатель						
	В начале опыта	В последующие недели					
		I	II	III	IV	V	VI
Контроль	8, 21±0,69 n=15	9,17±0,73 n=15	10,49±1,15 n=13	11,05±1,12 n=12	11,70±0,61 n=9	11,10±0,14 n=2	Нет сведений
0,0005	110,7±53	159,1±37,4	249,9±62,5	312,3±75,7	339,1±55,1	333,0±32,5	
	7,55±0,8 n=15	8,29±0,83 n=15	9,50±1,2 n=14	10,74±1,17 n=14	11,80±0,56 n=7	11,02±0,49 n=5	
0,001	89,5±27,2	118,6±36	187,1±68,6	288,0±78,2	317,9±45,4	348,0±47,9	11,41±1,05 n=7
	7,30±0,66 n=15	7,71±0,71 n=15	8,06±1,1 n=14	10,23±0,72 n=12	10,67±1,68 n=12	10,99±1,13 n=12	
0,0025	81,7±47,5	84,6±21,6	102,9±38,5	243,2±51	262,6±78,3	288,7±96,8	310,7±104,8 11,61±1,73 n=7
	7,05±0,56 n=15	7,49±0,57 n=15	7,22±0,72 n=15		9,13±1,48 n=11	11,11±1,58 n=9	
0,005	74,4±14,3	80,0±20,5	67,5±22,9	Нет сведений	172,4±95,4	299,7±111,8	362,1±75,6 11,11±1,01 n=9
	8,02±0,58 n=15	8,16±0,74 n=15	8,11±0,7 n=14		10,78±1,12 n=13	10,90±1,36 n=13	
	107,3±24,3	106,3±23,2	105,9±68,6		297,5±110,7	263,7±99,3	

Примечание: Здесь и в табл. 3, 5, 6: над n – длина, мм; под n – масса, мг

Изменения длины и массы личинок остромордой лягушки в параллели Б

Доза, мл/л	Показатель						
	В начале опыта	В последующие недели					
		I	II	III	IV	V	VI
Контроль	6.53±0,84 n=15	7,37±0,98 n=15	10,11±0,66 n=7	10,7±0,61 n=7	13,11±0,5 n=7	12,5±0,68 n=4	Нет сведений
0,0005	56,8±23,6 7,60±0,76 n=15	84,0,1±51,3 8,01±0,8 n=15	222,9±47,7 9,70±1,11 n=14	416,1±108,8 11,394±1,01 n=14	521,6±74,5 11,55±1,13 n=13	466,3±91,6 11,46±0,68 n=9	11,48±0,46 n=5
0,001	89,5±27,2 7,02±0,87 n=15	118,6±36 7,51±0,55 n=15	187,1±68,6 10,31±0,84 n=8	288,0±78,2 12,73±1,08 n=8	317,9±45,4 12,58±0,86 n=8	348,0±47,9 12,8±0,61 n=4	13,25±0,07 n=2
0,0025	70,7±24,3 6,73±0,7 n=15	95,3±22,4 7,48±0,79 n=15	238,5±49,9 9,69±0,69 n=8	444,9±108,6	503,6±82,8 12,86±0,88 n=8	481,8±40,4 12,5±0,6 n=6	545,0±1,41 13,25±0,78 n=2
0,005	67,4±22,3 6,39±0,66 n=15	87,1±27,2 7,14±0,79 n=15	194,1±79,6 8,11±1,09 n=10	Нет сведений	463,5±118,1 9,69±0,83 n=5	449,8±40,8 11,9±1,82 n=5	565±151 12,98±1,51 n=5
	56,9±14,6	80,5±37,8	119,3±43,6		212,6±67	367±143,8	478,6±165,5

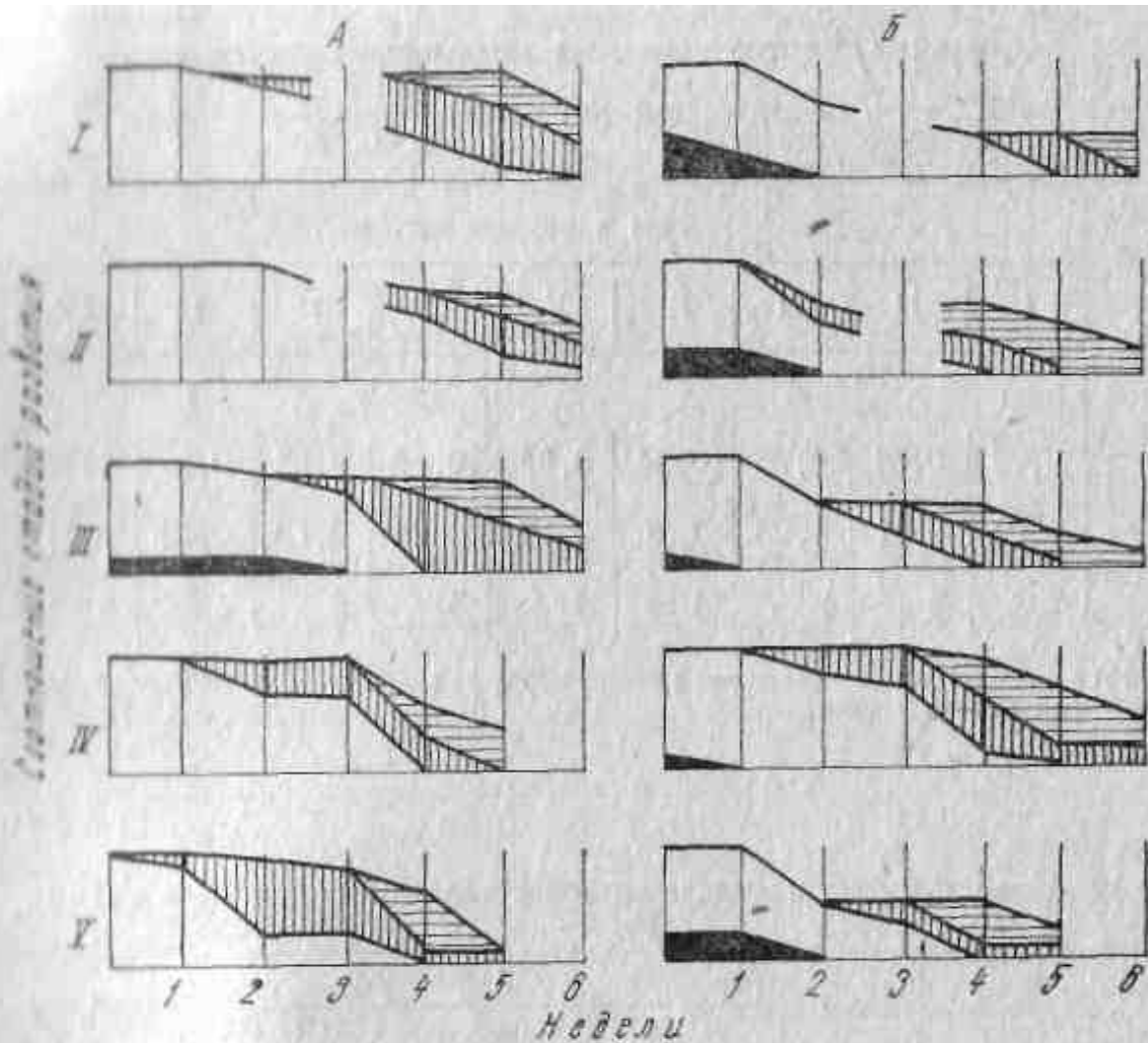


Рис. 1. Убывание численности и динамика смены стадий развития у личинок остромордой лягушки.

Дозы, мл/л: I — контроль; II — 0,0025; III — 0,005; IV — 0,01; V — 0,025; VI — 0,05. 1—6 — недели опыта; А, Б — параллели.

Разрыв линий означает отсутствие данных. Начальная численность в каждом варианте — 15 личинок. Зачерненные участки — 25-я стадия развития, белые — 26-я, со штриховкой вертикальной — 27-я, горизонтальной — 28-я.

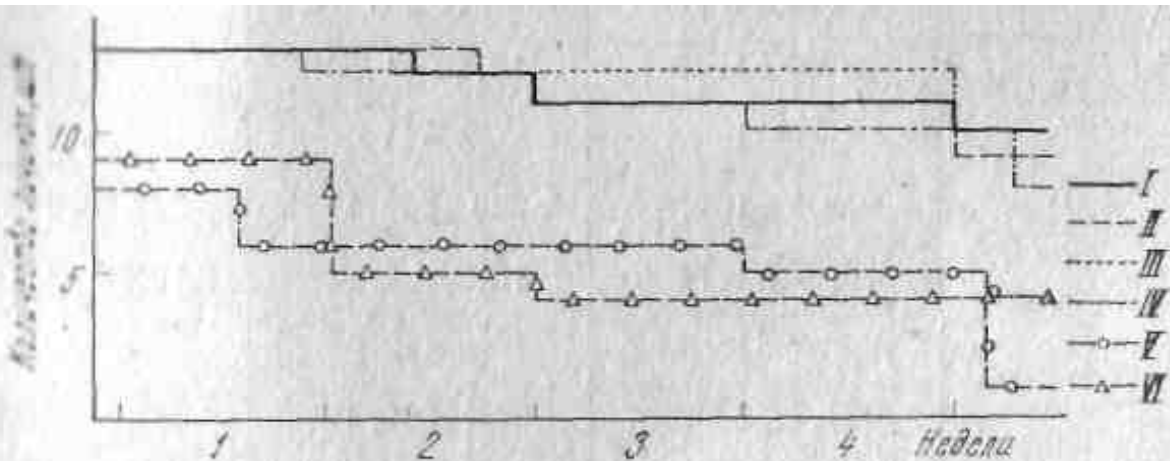


Рис. 2. Убывание численности личинок дальневосточной жерлянки.

Дозы, мл/л: I — контроль; II — 0,0025; III — 0,005; IV — 0,01; V — 0,025; VI — 0,05.

Таблица 4

Удельные энергозатраты на метаморфоз у сеголеток остромордой лягушки ($\frac{\text{кал.г}}{\text{ч}}$)

Показатель	Доза в параллелях, мл/г									
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
М σ n	А					В				
	0,72	0,74	0,75	0,64	0,84	0,86	0,82	0,72	0,75	0,78
	0,07	0,21	0,23	0,20	0,13	0,26	0,13	0,15	0,11	0,19
	7	5	5	6	4	5	5	4	6	4

Примечание. I – контроль, II – 0,0005, III – 0,001, IV – 0,0025, V – 0,0005 мл/л; n – количество животных

Таблица 5

Изменение длины и массы личинок дальневосточной жерлянки

Доза, мл/л	Показатель		
	В последующие недели от начала опытов		
	II	III	IV
Контроль	13,52±1,31 n = 11	13,66±1,14 n = 110	13,98±1,09 n = 11
0,0025	509,6±171,3	574,0±176,3	669,3±179,1
	13,00±1,58 n = 11	13,18±1,54 n = 11	13,36±1,31 n = 11
0,005	458,1±192,8	523±226,1	547,3±166,8
	13,06±1,78 n = 11	13,29±1,92 n = 12	13,33±1,12 n = 12
0,01	513,3±238,4	554±289,4	537,1±211,5
	13,26±1,14 n = 11	13,14±1,46 n = 10	13,24±0,8 n = 9
	487,8±141,1	567±181	604,6±142,8

Таблица 6

Изменение длины и массы личинок дальневосточной жерлянки

Доза, мл/л	Показатель			
	В начале опыта	В последующие недели от начала опытов		
		I	I	III
0,025	7,43±0,82 n = 8	8,42±0,83 n = 6	8,92±1,41 n = 6	10,58±1,29 n = 5
0,05	84,9±24,6 7,31±1,49 n = 9 89±49,8	125,2±34,8 9,3±1,87 n = 5 163,8±73,7	155,7±66,9 10,40±1,07 n = 4 266,5±70,8	289,8±114,5 12,23±1,26 n = 4 468,0±134,2
Доза, мл/л	Показатель			
	В последующие недели от начала опытов			
	I	I	III	
0,025	нет свед.	нет свед.	нет свед.	
0,05	12,85±1,74 n = 4 517,3±188,5	13,30±1,71 n = 4 592,5±192,9	13,8±1,5 n = 3 655±267,7	

Таблица 6

Изменение длины тела личинок шпорцевой лягушки, мм

Доза, мл/л	Показатель		
	В последующие недели от начала опытов		
	II	III	IV
Контроль	5,05±0,65 n = 20	5,77±0,71 n = 19	5,99±0,93 n = 20
0,005	4,52±0,71 n = 19	5,51±0,80 n = 20	5,48±0,78 n = 18
0,05	4,51±0,73 n = 18	4,68±0,79 n = 20	нет свед. »
0,5	3,41±0,53 n = 11	нет свед.	нет свед. »
Контроль	4,53±0,50 n = 19	4,92±0,63 n = 19	4,87±0,78 n = 20
0,005	4,50±0,76 n = 18	4,85±0,78 n = 18	4,69±0,56 n = 19
0,05	4,53±0,65 n = 19	4,43±0,56 n = 19	нет сведен. »
0,5	3,42±0,38 n = 17	3,54±1,42 n = 9	» »

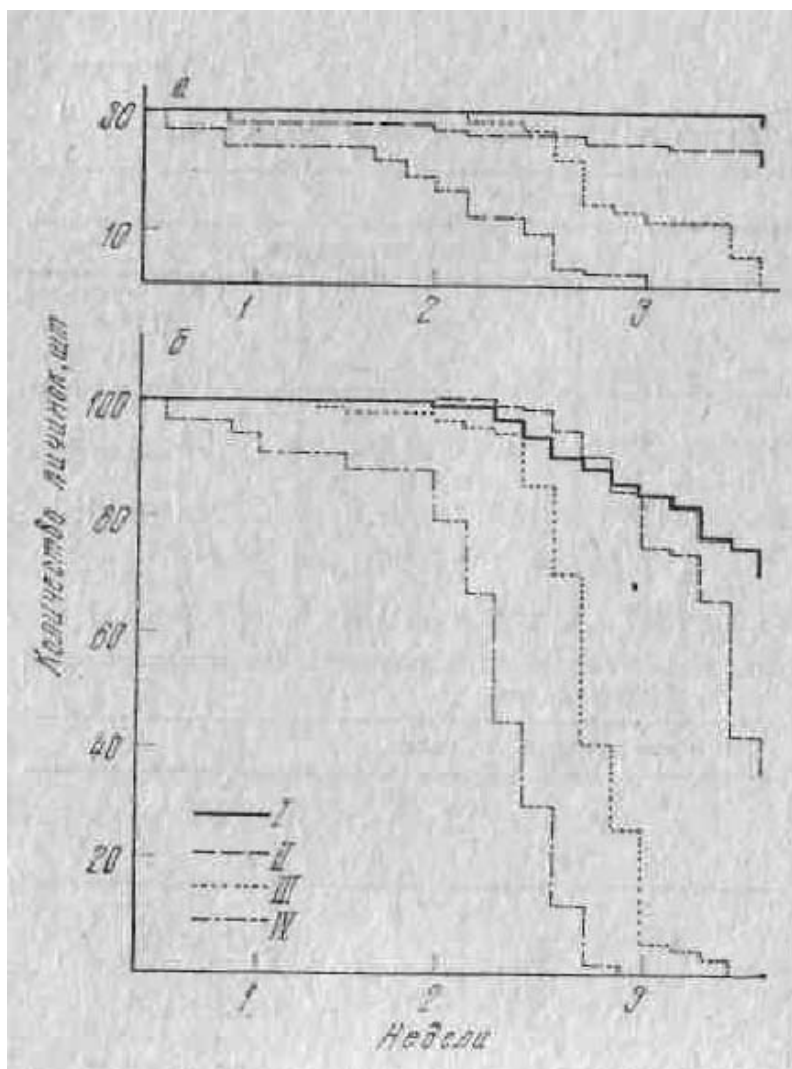


Рис. 3. Убывание численности личинок шпорцевой лягушки. Плотность: а — 3 личинки на сосуд, б — 10. Дозы, мл/л: I — контроль; II — 0,005; III — 0,05; IV — 0,5.

с данной дозой и плотностью имели 10 повторностей. Ежедневно измеряли длину тела у выборок головастиков из всех вариантов. Ежедневно регистрировали гибель животных. Температура воды в сосудах варьировала от 17 до 20 °С. Данные промеров длины и массы всех трех видов обрабатывали на ЭВМ СМ-3 по (программе однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты

Остромордая лягушка. В кладках икры, использовавшихся в опыте, находилось 498 (А) и 648 (Б) яиц. Выклев личинок начался на 4-й день эксперимента (табл. 1). Параллели с чистой (А) и загрязненной (Б) водой были заложены через две недели после выклева. Приведены результаты промеров длины тела и массы головастиков на протяжении опыта (указаны средняя величина и ее стандартное отклонение, табл. 2,3). Отмечено убывание численности и дана динамика смены стадий развития (рис. 1). Метаморфоз начался в параллели А на 29-й день опыта в контроле и при дозе 0,0005 мл/л; при дозах 0,001 и 0,005 — на 38-й, 0,002⁵ мл/л — на 41-й день. В параллели Б в контроле и при первых трех дозах животные начали метаморфоз на 35-й день, при 0,005 мл/л — на 47-й. Были установлены величины энергозатрат на метаморфоз у сеголеток остромордой лягушки (табл. 4).

Дальневосточная жерлянка. В ходе опыта вели наблюдения за изменением длины тела и массы головастиков (табл. 5, 6; указаны значения средних и их среднеквадратичное отклонение). Количество животных за время эксперимента снижалось (рис. 2). Метаморфоз в контроле и при дозах 0,0025; 0,005; 0,025 мл/л начался на 30-й день опыта; при 0,01 и 0,05 мл/л — на 32-й и 50-й (соответственно).

Шпорцевая лягушка. Средняя длина тела у головастиков начальной выборки (20 шт.) равнялась $3,69 \pm 0,55$ мм (здесь и далее приводятся среднее значение и его дисперсия). Вели наблюдения за изменениями линейных размеров тела у личинок (табл. 7). Отмечено уменьшение количества животных в опыте (рис. 3).

Обсуждение

Из представленных материалов можно, видеть, что головастики остромордой лягушки, несмотря на гибель в течение опыта, достигли стадии метаморфоза при всех дозах нефти и в обеих параллелях. Отход был меньше в серии с чистой водой (А). Метаморфоз здесь также начался раньше, причем при дозе 0,0005 мл/л - одновременно с контролем. В оставшихся трех дозах развитие головастиков было более затянутым.

В параллели Б с метаморфозом запоздали лишь животные из наибольшей дозы, в остальных вариантах он начался одновременно с контролем. Однако здесь развитие подопытных головастиков затянулось; количественные показатели достоверно не различались ни по градиенту увеличения дозы, ни между параллелями.

Головастики дальневосточных жерлянок в первой части опыта (в контроле и при дозах 0,0025; 0,005; 0,01 мл/л) развивались, не отставая друг от друга. В контроле, а также при двух меньших дозах и при дозе 0,025 мл/л метаморфоз начался одновременно, при наибольшей дозе — чуть позднее. При 0,05 мл/л развитие было самым затянутым. Достоверных различий количественных показателей по градиенту увеличения концентрации не найдено.

Для головастиков шпорцевой лягушки дозы 0,05 и 0,5 мл/л оказались летальными. Повышенная плотность увеличила долю погибших в меньшей концентрации и в контроле. Достоверных отличий в линейных размерах не найдено ни по градиенту возрастания дозы, ни в зависимости от плотности. Можно говорить только о тенденции к уменьшению длины тела с увеличением концентрации нефти. Наблюдалось также относительное уменьшение линейного параметра при повышенной плотности по сравнению с нормальной.

Таким образом, можно сделать вывод, что дозы нефти от 0,0005 мл/л и выше обладают ингибирующим действием на развитие лягушек, равные и превышающие 0,05 мл/л — летальны. Для жерлянок пороговая ингибирующая концентрация больше: в пределах 0,01—0,05 мл/л. Отрицательное действие нефтяных углеводородов проявляется в первую очередь в качественных характеристиках развития. Количественные показатели оказались менее эффективными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гусев А. Г. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения. М., Пищ. пром-ость. 1976. 303 с.

Данилова М. Н. Влияние нефти на рост и выживаемость личинок остромордой лягушки // Вопросы герпетологии (Тезисы докл. VI Всесоюз. герпетол. конф.). Л., 1985 а. С. 67—68.

Данилова М. Н. Новые данные по воздействию нефти на развитие личинок остромордой лягушки // Научные основы охраны природы Урала и проблемы экологического мониторинга в соответствии с решениями XXVI съезда КПСС. Свердловск, 1985 б. С. 16—17.

Данилова М. Н. Имитация нефтяного загрязнения и ранний онто-гenez бурых лягушек // Экологические системы Урала: изучение, охрана, эксплуатация: Тез. докл. Свердловск, 1987. С. 17.

Касимов Р. Ю., Рустамов Э. К. Морфологические изменения в структурах конечного тузуга осетровых рыб при воздействии сырой нефти М Тезисы докладов V Всесоюзной конференции по водной токсикологии. М., :1988. С. 126.

Князев В. П., Лазарева О. В., Князева О. М. Влияние нефтяного загрязнения от маломерного флота на головастиков прудовой лягушки//Вопросы герпетологии (Тезисы докл. VI Всесоюз. герпетол. конф.) Л., 1985. С. 97.

Мионов О. Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 128 с.

Михайлова Л. В. Влияние сублетальных концентраций нефти на полупроходных рыб // Водные экосистемы Урала, их охрана и рациональное использование. Свердловск, 1986. С. 107—108.

Патин С. А. Особенности распределения и биологического действия загрязняющих веществ в Мировом океане//Человек и биосфера. М, 1982. Вып. 7. С. 62—71.

Пястолова О. А. Влияние нефти на ранние этапы развития остромордой лягушки // Вид и его продуктивность в ареале: Труды IV Всесоюз. совещ. Свердловск, 1984. Ч. V. С. 31—32.

Пястолова О. А., Данилова М. Н. Рост и развитие *Randarvalis* Nilss. в условиях имитации нефтяного загрязнения//Экология. 1986 № 4. С. 27—31..

Пястолова О. А., Шилова И. И., Маковский В. И., Игошева П. И., Балахонов В. С, Некрасова Л. С, Данилова М. Н. Влияние нефтяных загрязнений на состояние экосистем Севера // Экологические основы рационального использования и охраны природных ресурсов. Свердловск, 1987. С. 168—170.

Терентьев П. В. Лягушка. М.: Советская наука, 1950. 346 с.

Шварц С. С, Пястолова О. А., Добринский Л. Н. Энергетика; метаморфоза амфибий // Экология. 1973. № 4. С. 13—29.

Beck L. S., Hepler D. J., Hansen K. L. The acute toxicology of selected petroleum hydrocarbons//Appl. Toxicol. Petrol. Hydrocarbons. Princeton. N. Y., 1984, P. 1—16.

Edwards N. T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH's) in the Terrestrial Environment. A. Review // J. Environ. Quality. 1983. V. 12, N 4. P. 199—217.

Engelhardt F. R. Environmental effects of petroleum on mammals // Reviews in Environ. Toxicology, Ed. Hodgson Ernest. Amsterdam e. a.: Elsevier, 1986. V. XI, N 2. P. 319—337.

Gradisiki D., Vinot J., Zissu D., Lima s set J. C, Lafontai-n e M. The carcinogenic effect of a series of petroleum-derived oils on skin of mice//Environ. Res. 1983. V 32, N 2. P. 258—268.

Holms W. N. Petroleum pollutants in marine environment and their possible effects on seabirds // Reviews in Environ. Toxicology, Ed Hodgson Ernest. Amsterdam e. a.: Elsevier, 1986. V. XI, N 2. P. 251—317.

Iosvay G. Y. Effect of urbanisation on the herpetofauna of a settlement at the Tisza (Szeged) // Tiscia. 1977. V. XII. P. 123-130

Mix M. C. Polyeycclic aromatic hydrocarbons m the aquatic environment: occurrence and biological monitoring // Reviews in Environ. Toxicology, Ed Hodgson Ernest. Amsterdam e. a.: Elsevier, 1986. V. XI, № 2. P. 51-102.

Rahimtula A. D., O' B r i e n P. J., Payne J. F. Induction of xenobiotic metabolism in rats on exposure to hydrocarbon-based oils // Appl Toxicol. Petrol. Hydrocarbons, Princeton. N. Y., 1984. P. 71—79.

Rose F.L. Tissue lesions of tiger salamanders (*Ambystoma tignnum*): relationship sewage effluents // Ann. N. Y. Acad. Sci. 1977. V.: 298. P. 270—279

Rose F L., Harshbarger J. C Neoplastic and possibly related skin in ncolenic salamanders from a sewage lagoon // Science. 1977. №. 196. P. 315 - 417.