

**ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ. ТРАНСПОРТ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. ТРАНСПОРТ**  
**TECHNICAL SCIENCE. TRANSPORT**

*Комилов Ф.С., Мирзоев С.Х., Саидов И.М.*

**ЭКИ ТҮРДӨГҮ БАЛЫКТЫ ӨСТҮРҮҮЧҮ КӨЛМӨНҮН ЭКОСИСТЕМАСЫН  
ТҮШҮНҮКТҮҮ МОДЕЛДЕШТИРҮҮНҮН ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

*Комилов Ф.С., Мирзоев С.Х., Саидов И.М.*

**О ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ  
РЫБОВОДНОГО ПРУДА С ДВУМЯ ВИДАМИ РЫБ**

*F.S. Komilov, S.Kh. Mirzoev, I.M. Saidov*

**TECHNOLOGY CONCEPTUAL MODELING FISHPOND ECOSYSTEM  
TWO FISH SPECIES**

УДК: 574.6:477.63/64

*Макалa эки түрдөгү балыкты өстүрүүчү көлмөнүн экосистемасын түшүнүктүү моделдештирүүнүн технологиясына арналган. Көлмөнүн экосистемасынын түшүнүктүү моделдештирүүнүн технологиясын колдонуу үчүн башка өзгөрүлмө чоңдуктарды тандоо кайсы түрдөгү балыктарды өстүрүүгө жараша коюлган максатка көз каранды болот.*

**Негизги сөздөр:** *модел, түшүнүктүү моделдештирүү, экосистема, өстүрүүчү көлмө, аралашма, карп, ак жоон мандай балык.*

*Статья посвящена технологии концептуального моделирования экосистемы рыбного пруда, предназначенной для выращивания двух видов рыб. Выбор остальных переменных модельной экосистемы пруда производится в зависимости от подбора видового состава рыб, поставленных целей и задач исследования.*

**Ключевые слова:** *модель, концептуальное моделирование, экосистема, рыбный пруд, концентрация, белый толстолобик, карп.*

*The article is devoted to conceptual modeling technology of fishpond ecosystem, intended for the cultivation of two species of fish. The choice of other variables of the model pond ecosystem is made depending on the selection of the species composition of fish, the goals and objectives of the research.*

**Key words:** *model, conceptual modeling, ecosystem, fishpond, concentration, white silver carp, carp.*

**Концептуальное моделирование.** Как правило, под понятием *моделирование* подразумевают метод познания окружающего мира (системы, объекта, процесса, события и т.д.), а под *моделью* – инструмент, ориентированного на исследование его поведения и свойств. Самым важным предназначением любой модели считается её применимость для изучения и прогнозирования поведения той системы, для которой она и построена. Модель позволяет имитировать исходную систему, включая или отключая те или иные связи, менять их местами, чтобы понять важность этих связей в поведении системы в целом. Путем апробирования различных вариантов функцио-

нирования системы модель позволяет научиться управлять этой системой.

Под *концептуальной моделью* подразумевается содержательное описание моделируемого объекта на языке блок-схемы. Концептуальная модель базируется на определённой концепции или точке зрения модельера. Она всегда предшествует созданию формальной (математической или компьютерной) модели.

*Концептуальная модель экосистемы рыбного пруда*, как инструмент исследования и познания моделируемого пруда, полагается на описание биохимических круговоротов веществ, изменение биотических и химических элементов, и призвана для детального представления компонентов экосистемы, а также трофических, управляющих и информационных связей между ними [1].

При разработке концептуальной модели любой водной экосистемы возникают вопросы правильном выборе её переменных и корректном описании гидробиологических процессов, происходящих в нём. А для корректного описания процесса, требуется достаточно детальное представление о его протекании в водной экосистеме.

Например, одной из основных характеристик любого водного объекта является его первичная продуктивность, т.е. биомасса водорослей. Поэтому в качестве одной из первых переменных его концептуальной модели необходимо выбрать концентрацию фитопланктона.

Развитие фитопланктона, помимо экзогенных, климатических факторов, может лимитироваться концентрацией питательных веществ. А лимитирующими биогенными элементами в водоёмах, как правило, выступают углерод, азот и фосфор. Следовательно, в качестве следующих переменных модели могут быть выбраны концентрации этих элементов.

Если рассматривать трансформацию вещества по трофической цепи, то в агрегированном виде имеет смысл учесть концентрацию консументов.

Значит, следующими переменными модели будут концентрации рыбы, зоопланктона, бентоса и т.д.

Круговорот веществ в экосистеме замыкается через отмершую органику (детрита), которая вновь разлагается до биогенных элементов под действием бактерий. Поэтому концентрации детрита и бактерий могут выступать в качестве последующих переменных концептуальной модели водной экосистемы.

В блок-схеме, разработанной нами концептуальной модели экосистемы рыбоводного пруда, отражённой на рис.1, представлены два вида рыб – карп (CR) и белый толстолобик (TL).

Для оценки рыбохозяйственных возможностей пруда подробно опишем как рацион рыб, так и трофические взаимодействия между видами рыб и остальными компонентами экосистемы. Исходя из

кормовой базы карпа и белого толстолобика, в модельную экосистему включаем следующие переменные: фитопланктон (PT), бентос (BN), зоопланктон (ZO) и бактерии (BK) [2, 3].

Для описания круговорота биогенных веществ, способных лимитировать продукционный процесс, в концептуальную модель включаем: растворённый минеральный фосфор (PW) и растворённый неорганический азот (NW).

Циклы биогенных элементов замыкаются детритом (DW), который кроме того, иногда входит в рацион толстолобика. И, таким образом, суммируя описанные доводы, можно сказать, что в модельной экосистеме рыбоводного пруда взаимодействуют 9 фазовых переменных.

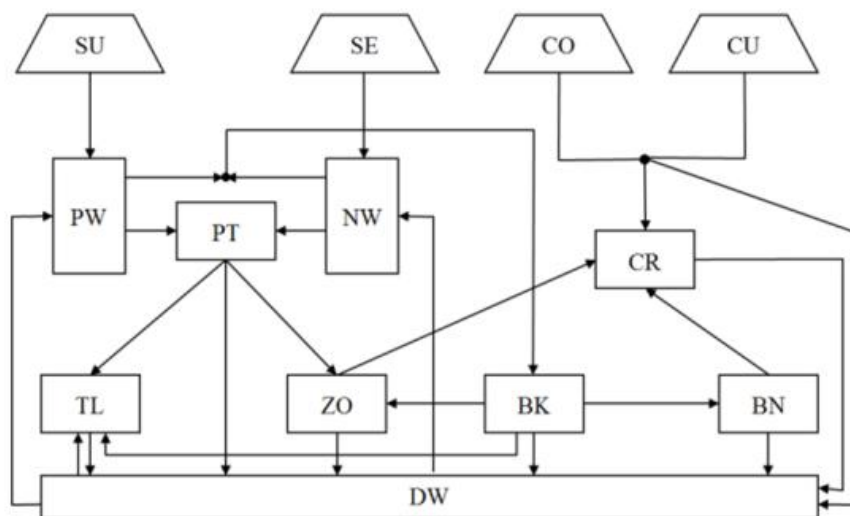


Рис. 1. Концептуальная модель двухвидовой экосистемы рыбоводного пруда.

Входными функциями (внешними параметрами) концептуальной модели экосистемы рыбоводного пруда являются такие климатические факторы, как температура воды и интенсивность солнечной радиации на поверхности водоёма [4]. В концептуальную модель также предусмотрены 4 управляющие функции (воздействия), которые характеризуют внесения искусственного корма (CO – комбикорм, CU – куколки тутового шелкопряда) и минеральных удобрений (SU – суперфосфат, SE – аммиачная селитра) в экосистему рыбоводного пруда.

Приведённая схема концептуальной модели (рис. 1) достаточно простая, но в неё вошли все необходимые компоненты, с которыми связано функционирование экосистемы рыбоводного пруда. Предполагается, что такая схема достаточно полно отражает процессы трансформации вещества в пруду. Она может отвечать условиям высокопродуктивной экосистемы рыбоводного пруда только в том случае, если биологические процессы всех звеньев биотической цепи будут протекать на высокопродуктивном уровне.

Управление экосистемой и поддержание её на высокопродуктивном уровне достигается за счёт внесения в пруд органических и минеральных удобрений.

Неупорядоченное внесение органико-минеральных удобрений отрицательно сказывается на всей экосистеме и в конечном счёте на рыбопродукции пруда.

Для описания мелководного пруда глубиной порядка 1 м эффектами пространственного распределения организмов и веществ можно пренебречь, поэтому его формальной моделью будет точечная модель.

В модельной экосистеме рыбоводного пруда все переменные рассмотрены в виде концентраций (единица измерения –  $г/м^3$  или  $г/м^2$ ). Под концентрацией живых объектов понимается отношение их суммарной живой биомассы к общему объёму воды в пруду.

#### Заключение.

Таким образом, разработанная концептуальная модель экосистемы рыбоводного пруда позволяет:

- Понять устройство исследуемого объекта моделирования – экосистемы рыбоводного пруда;
- Представить структуру исследуемого объекта, его внутренние связи, основные его свойства, законы его развития и саморазвития, его взаимодействия с окружающей средой;
- Научиться управлять исследуемым объектом (экосистемой рыбоводного пруда), определяя более

эффективные способы его управления при заданных целях и критериях;

– Прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на моделируемого объекта (экосистему рыбоводного пруда), с помощью разрабатываемого на основе данной концептуальной модели инструмента исследования и управления объектом (предстоящей компьютерной модели).

**Литература:**

1. Комилов Ф.С., Косимов И.Л. Концептуальная модель экосистемы пруда с тремя видами рыб // Известия вузов Кыргызстана, 2015, № 7. - С. 6-9.
2. Комилов Ф.С., Мирзоев С.Х., Акобирзода Ф. О технологиях выращивания опытного нагульного рыбовод-

ного пруда // Проблемы науки (научно-методический журнал), № 2 (3).– М., 2016, с. 9-13. – ISSN 2413-2101.

3. Комилов Ф.С., Мирзоев С.Х., Акобирзода Ф., Эргашбоев И. Микробиологические основы компьютерного моделирования экосистемы рыбоводного пруда // Известия Академии наук Республики Таджикистан, отд.биол. и мед. наук, № 2 (190). – 2015, С. 54-62. – ISSN 0002-3477.
4. Комилов Ф.С., Мирзоев С.Х., Акобирзода Ф. Учет гидро-климатических и физико-химических характеристик экосистемы рыбоводного пруда при её компьютерном моделировании // Вестник Таджикского национального университета (научный журнал), серия Естественные науки, 1/1(156). – Душанбе: «Сино», 2015. - С. 19-27. – ISSN 2074-1847.

**Рецензент: д.ф.-м.н., доцент Нуров И.Д.**