

Содержание

Введение.....	4
Используемые операторы.....	5
Описание тренажера «Динамическое взаимодействие природы и общества».....	10
Постановка проблемы тренинга.....	10
Назначение тренажера.....	11
Теоретическое обоснование.....	11
Состав модели тренажера и алгоритмы моделирования.....	13
Управление тренажером.....	16
Настройка координатных плоскостей графиков.....	20
Методические указания по выполнению работы “Моделирование динамических процессов в системе «природа – общество»”.....	21
Основные положения.....	21
План исследований.....	23
Порядок работы с тренажером.....	23
Указания по составлению отчета.....	25
Литература.....	28

Введение

Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и природы и приобретения выпускниками вуза опыта планирования и прогнозирования результатов управления социально-экологическими объектами с целью получения определенного экономического эффекта.

Первой главной проблемой специалистов, занятых макроуправлением, является поиск такого варианта взаимодействия общества с природой, который позволил бы продолжительное время повышать уровень жизни общества, эксплуатирующего природные ресурсы (минеральные, энергетические, растительные, пищевые и многие другие) как за счет роста экономического потенциала, так и за счет наличия природного потенциала.

Одно из перспективных направлений в эколого-математических исследованиях относится к методам динамического моделирования. Это обусловлено значительным влиянием в экологии *фактора времени*. Нередко фактор времени более существен, чем изменение пропорций в распределении материальных, финансовых, информационных и других ресурсов. Такие параметры социально-экономических объектов, как скорости потоков и накопленных ресурсов, последовательность (во времени) выделения ресурсов, интервал времени прогнозирования, время запаздывания в принятии решений, интервалы времени отвыкания или привыкания к изменениям и ряд других параметров, являясь функциями времени, во многом определяют характер социально-экологических процессов.

Чтобы избежать серьезных ошибок при принятии решений, необходимо исследовать влияние фактора времени на социальные и экологические процессы. Общественные системы (производственные, политические, социальные и др.) непрерывно изменяют свою структуру, что позволяет их считать нестационарными, поэтому в управлении экологией не может существовать стабильных алгоритмов и незыблемых рекомендаций, так как их реализация почти всегда приводит к разрушению социально-экологических объектов.

Это обстоятельство обуславливает необходимость приобретения навыков управления динамическими объектами с меняющимися целями, с непостоянными интервалами прогнозирования не на «живом» объекте – на людях, а на моделях и только затем переносить полученные навыки в реальную действительность.

Обучение навыкам управления динамическими объектами в экологии стало возможным на динамическом тренажере, благодаря современному развитию компьютерных технологий.

Основой динамических тренажеров являются модели производственных и экологических объектов, образованные системами нелинейных дифференциальных уравнений с нестационарной структурой, с достаточной

адекватностью отражающие реальные объекты. Математические модели на базе ЭВМ создают виртуальные производственные и экологические объекты.

Использование при обучении динамических тренажеров позволяет приобрести опыт управления в виртуальном объекте как в реальном в режиме непрерывно текущего времени (в динамике).

Рассматриваемый в данном пособии тренажер «Динамическое взаимодействие природы и общества» применяется для выполнения экономико – экологических экспериментов путем управления экологическим объектом – системой «природа – общество» и наблюдения за результатами возникающих изменений в природе с целью их оценки, прогнозирования и своевременного выявления возможных неблагоприятных последствий. Одновременно осуществляется поиск оптимального пути управления системой «природа – общество», при котором результат сравнения потерь и приобретений на выбранном интервале времени будет наилучшим при заданном критерии.

Используемые операторы

Поскольку динамические модели тренажеров весьма сложны и характеризуются множеством обратных связей, то для представления модели экологической системы «природа – общество» были использованы структурные схемы, с помощью которых легче разобраться в сути модели.

Структурные схемы состоят из элементарных операторов, каждый из которых содержит одну или несколько операций преобразования, отражающих формализованное исходное положение в виде какой-либо функции: суммирование, интегрирование, деление и т.д. Они могут иметь несколько входов (входных координат), а выход – всегда один.

Рассмотрим основные операторы, используемые в построении динамических моделей.

1. *Оператор-сумматор*, структурная схема которого представлена на рис. 1, предназначен для суммирования нескольких входных сигналов с определенным коэффициентом:

$$B = \pm K_1 A_1 \pm K_2 A_2 \pm \dots \pm ПС, \quad (1)$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – входные сигналы; K_1, K_2, \dots, K_n – коэффициенты, на которые умножаются входные сигналы; ПС – постоянный сигнал.

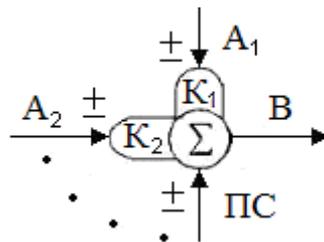


Рис. 1. Оператор-сумматор

2. *Оператор-коэффициент*, структурная схема которого представлена на рис. 2, изменяет сумму входных сигналов:

$$B = \{\pm K_1 A_1 \pm K_2 A_2 \pm \dots \pm ПС\} K, \quad (2)$$

где K – общий для всей суммы коэффициент передачи сигналов.

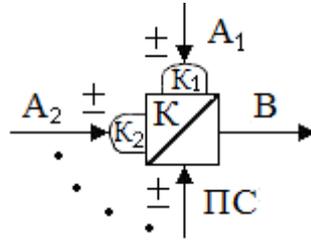


Рис. 2. Оператор-коэффициент

Коэффициент K может быть:

- постоянным на всем интервале времени моделирования;
- изменяться извне дискретно;
- изменяться извне с помощью задаваемого графика изменения.

3. *Оператор умножения* нескольких входных сигналов (структурная схема на рис. 3):

$$B = A_1 \cdot A_2 \cdot \dots (\pm K_1 C_1 \pm K_2 C_2 \pm \dots \pm ПС), \quad (3)$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – произведение сигналов и суммы, обозначенной в скобках C_1, C_2, \dots, C_n – суммируемые сигналы с коэффициентами K_1, K_2, \dots, K_n .

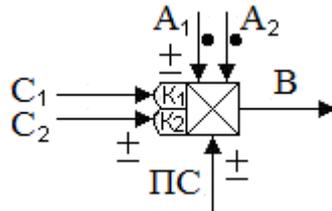


Рис. 3. Оператор умножения

4. *Оператор деления* сигналов (структурная схема на рис. 4):

$$B = [A_1 \cdot A_2 \cdot \dots (K_1 C_1 \pm K_2 C_2 \pm ПС_1)] / [D_1 \cdot D_2 \cdot \dots (n_1 E_1 \pm n_2 E_2 \pm ПС_2)]. \quad (4)$$

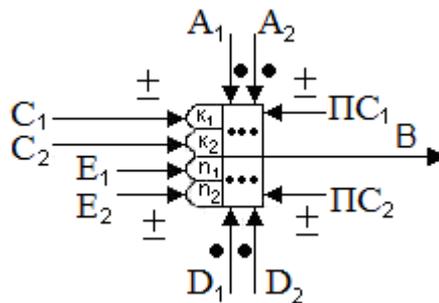


Рис. 4. Оператор деления

5. *Оператор-интегратор* (рис. 5) предназначен для выполнения опера-

ции суммирования входных потоков в количество накопленного.

Потоки, увеличивающие количество накопленного, имеют знак « + », потоки, уменьшающие количество накопленного, имеют знак « - ».

$$B = \int_0^T (K_1 A_1 + K_2 A_2 + \dots - n_1 E_1 - n_2 E_2 - \dots \pm \text{ПС}) dt \pm \text{НУ}, \quad (5)$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – входные потоки; E_1, E_2, \dots, E_n – выходные потоки; $(0, T)$ – интервал времени интегрирования; ПС – постоянный сигнал; НУ – начальные условия интегрирования.

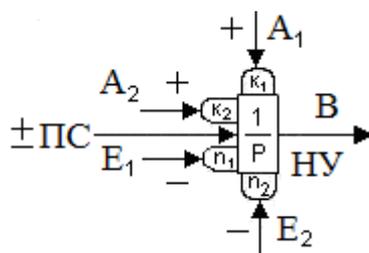


Рис. 5. Оператор-интегратор

Операция интегрирования в структурных схемах записывается в виде ее изображения с помощью оператора Лапласа $1/p$, где p – операция дифференцирования, обратная интегрированию.

6. *Оператор-интегратор с ограничением.* Операция интегрирования с ограничением аналогична предыдущей (5), но здесь вводится ограничение сверху и (или) снизу (структурные схемы на рис. 6).

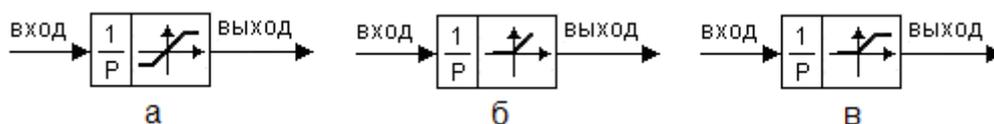


Рис. 6. Оператор-интегратор с ограничением

На рис. 6,а приведен пример ограничений накоплений с отрицательным и положительным пределами.

На рис. 6,б – пример ограничения накопления «по нулю» без ограничения верхнего предела (например, на складе готовой продукции не может быть отрицательного накопления).

На рис. 6,в – пример ограничения накопления между нулем и некоторой положительной величиной (например, коэффициент сменности на производстве не может быть меньше нуля и больше 3).

7. *Оператор – «апериодическое звено»* представляет собой оператор-интегратор с отрицательной обратной связью, равной единице.

Оператор – «апериодическое звено» характеризуется тем, что выходной сигнал появляется с некоторой задержкой относительно входного сигнала. Так, если на вход апериодического звена подать ступенчатый сигнал A , то

на выходе будет формироваться сигнал в виде экспоненты с постоянной времени T . Чем больше T , тем медленнее формируется выходной сигнал B .

Структурная схема оператора приведена на рис. 7,а, а выходная характеристика при ступенчатом воздействии – на рис. 7,б.

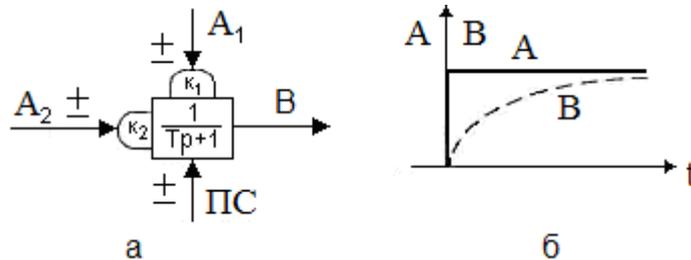


Рис. 7. Оператор «апериодическое звено»

8. Оператор – «реальная производная» предназначен для вычисления скорости изменения входного сигнала (а также знака этого изменения).

Структурная схема оператора приведена на рис. 8,а, а выходная характеристика при входном ступенчатом воздействии – на рис. 8,б.

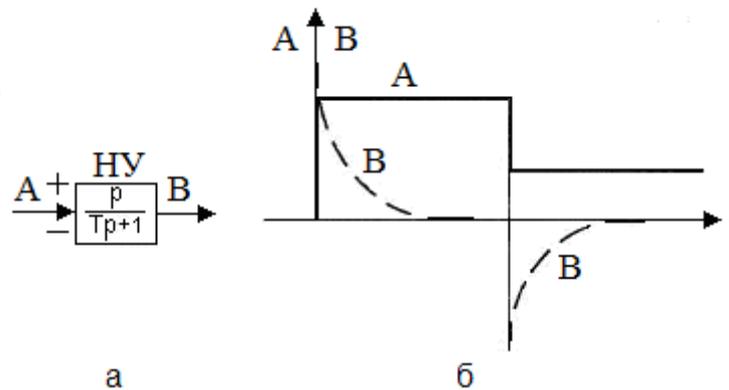


Рис. 8. Оператор «реальная производная»

9. Оператор запаздывания (рис. 9) формирует сдвиг по времени входного сигнала на величину ΔT , полностью сохраняя его форму и значение:

$$A(t - \Delta T) = B(t), \quad (6)$$

где t – текущее время.



Рис. 9. Оператор запаздывания

10. Операторами *min* или *max* (рис. 10) выполняется операция выбора минимального (максимального) значения из нескольких входных сигналов.



Рис. 10. Операторы минимума и максимума

Выходные сигналы V_{\min} (V_{\max}) соответствуют наименьшему (наибольшему) входному сигналу в текущий момент времени.

11. *Оператор-ключ* (рис. 11) предназначен для подключения (отключения) входного сигнала к другим операторам (от других операторов). Если сумма сигналов на управляющем входе больше нуля, ключ замыкается.

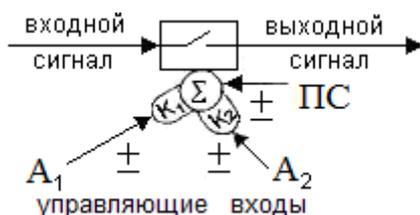


Рис. 11. Оператор-ключ

12. Группа операторов «включение одного сигнала из нескольких» (рис. 12). Срабатывание одного оператора (1, 2, ..., n) отключает остальные. Подача нужного сигнала выполняется вручную в процессе моделирования.

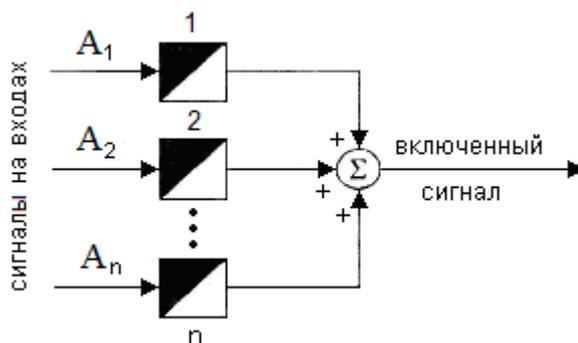


Рис. 12. Оператор «включение одного сигнала из нескольких»

13. *Оператор-ограничитель* предназначен для разного рода ограничений сигналов (структурные схемы приведены на рис. 13).

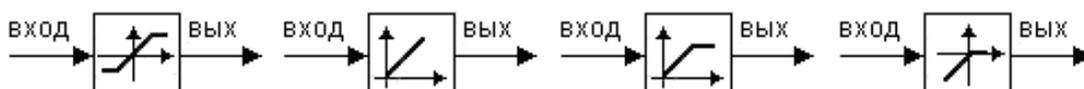


Рис. 13. Оператор-ограничитель

14. *Оператор «возведение в степень»* (рис. 14) предназначен для возведения входного сигнала A в степень n . Оператор записывается как A^n , где n – значение степени, в которую возводится сигнал A .



Рис. 14. Оператор «возведение в степень»

Рассмотренные выше операторы были использованы при построении модели тренажера «Динамическое взаимодействие природы и общества», на котором исследуется результат воздействия общества на природу и природы на общество и осуществляется поиск такого варианта взаимодействия общества с природой, который позволил бы продолжительное время повышать уровень жизни общества, как за счет роста экономического потенциала, так и за счет наличия природного потенциала.

Описание тренажера «Динамическое взаимодействие природы и общества»

Описание тренажера включает:

- постановку проблемы тренинга;
- назначение тренажера;
- теоретическое обоснование, раскрывающее сущность объекта тренинга;
- исходные положения динамической модели тренажера (гипотезы, ограничения, режимы моделирования и т.д.);
- состав динамической модели и формальные алгоритмы;
- перечень наблюдаемых показателей;
- порядок работы с тренажером.

Постановка проблемы тренинга

Известно, что материальной основой общественного развития служит природа, она же обеспечивает человеку необходимый комфорт. При этом, однако, возникает дилемма: с одной стороны, необходимо черпать больше природных ресурсов для развития общества, с другой – как можно меньше разрушать природу ради комфортного существования людей. Это противоречие порождает проблему поиска такого развития экономики, при котором природной среде наносился бы меньший ущерб.

Известно, что общество с плохо развитой экономикой (с недостаточно используемым природным потенциалом)

во-первых, не располагает ресурсами, необходимыми для помощи в восстановлении природной среды;

во-вторых, неспособно снизить токсичность отходов деятельности из-за недостатка средств на дорогостоящие эколого-безопасные технологии.

Экономически развитое общество, напротив, в состоянии помочь самовосстановлению природы, но нанесенный ранее окружающей среде вред требует значительно больших экономических ресурсов. Из сказанного следует, что решение экономико-экологической проблемы нетривиально.

Назначение тренажера

Тренажер «Динамическое взаимодействие природы и общества» предназначен для анализа как положительного, так и отрицательного влияния

общества на природу как на ресурсный потенциал своего развития. Тренажер формирует понимание о потенциальных возможностях природы и допустимых пределах ее использования обществом.

Тренажер позволяет:

- анализировать результаты распределения ресурсов по следующим направлениям: развитие экономики с увеличением использования природных ресурсов; помощь природе в ее самовосстановлении; общественное потребление;

- прогнозировать динамику функционирования системы «природа – общество» с точки зрения экологии;

- выявлять стратегии социально-экономического развития общества, ускоряющие необратимое разрушение природы.

Теоретическое обоснование

Развитие общества базируется на использовании энергетических, растительных, пищевых, минеральных, экологических, территориальных и многих других ресурсов. Отсутствие даже некоторых из них снижает экономический потенциал общества. Увеличение экономического потенциала обеспечивается интенсивными поставками природных ресурсов, что может через некоторое время вызвать их катастрофическое истощение.

Восстановление природного потенциала происходит путем самовосстановления некоторых ресурсов, а также за счет выделения обществом необходимых экономических ресурсов на ускорение восстановления природы. Известны достаточно подробные описания динамических моделей «природа – общество», например, работы Д. Форрестера, которые подтверждают, что восстановление некоторых природных ресурсов человеком производится быстрее, чем их естественное самовосстановление. Следовательно, на длительных интервалах времени большое значение для развития общества приобретают не только привносимые человеком в природную среду разрушительные процессы, но и его полезная деятельность по сохранению и восстановлению природного потенциала.

Для макроэкономического анализа сначала строится обобщенная модель «природа – общество». Затем, по мере необходимости уточняются составляющие модели, корректируются исходные положения.

Максимально упрощенную модель «природа – общество» можно представить двумя потенциалами, природным и экономическим. Их объединение в единый контур основано на следующих гипотезах.

1. При отсутствии воздействия общества природа находится в устойчивом равновесном состоянии – потенциал природы постоянен на продолжительных интервалах времени.

2. Развитие общества и рост экономического потенциала сопровождается потреблением природных ресурсов, что нарушает исходное равновесное состояние природы и снижает природный потенциал.

3. Снижение природного потенциала порождает два противоположных процесса, во-первых, начинается самовосстановление некоторых природных ресурсов, во-вторых, продолжается оскудение природы даже после прекращения негативного воздействия общества на нее (например, образование пустынь).

4. Все потребляемые обществом природные ресурсы всегда возвращаются в окружающую среду в виде отходов жизнедеятельности, снижающих природный потенциал. В установившемся режиме функционирования контура «природа – общество» поток отходов количественно равен потоку потребляемых ресурсов. При этом отходы всегда токсичны.

5. Если сумма негативных для природного потенциала потоков (потребляемые ресурсы плюс отходы деятельности) больше, чем позитивный поток, определяемый темпами самовосстановления природы, то природный потенциал снижается.

6. Поток потребляемых природных ресурсов тем больше, чем выше природный потенциал и экономическое развитие общества.

7. Чем меньше природный потенциал, тем больше экономические затраты общества для получения единицы природных ресурсов.

8. Чем больше выделяется обществом экономических ресурсов для восстановления природного потенциала, тем быстрее он восстанавливается.

9. Чем больше развита экономика, тем больше ресурсов можно выделить на восстановление природы, сохраняя положительные темпы развития.

10. Критерием качества жизни общества можно принять объединение природного и экономического потенциалов.

На основе приведенных гипотез можно сделать следующий вывод: *деятельность общества за счет потребления природных ресурсов приводит к увеличению экономического потенциала, что на достаточно большом временном интервале можно интерпретировать в виде экспоненты с положительным показателем степени. С другой стороны, эта же деятельность общества экспоненциально снижает природный потенциал, что не позволит в дальнейшем увеличить экономический потенциал.*

Последнее утверждение очень важно, поскольку без учета уровня природного потенциала часто невозможно определить качество жизни общества. Однако усиление экономического развития непосредственно за счет природного потенциала не может в будущем привести к улучшению функционирования общества.

Отсюда возникает проблема определения пропорций между темпами развития экономики и темпами негативного и позитивного давления общества на природу. Очевидно, что ущерб природе проявляется не столько в момент его нанесения, сколько в дальнейшем, поэтому умение общества прогнозировать своё будущее играет основную роль.

Для развития общества неприемлемы две крайности: бурное экономиче-

ское развитие при максимальной эксплуатации природы или слишком бережное использование природных ресурсов, при котором экономического развития общества практически не происходит, что обуславливает крайне низкое качество жизни населения и, как следствие, негативные демографические последствия.

Известно, что частично природа восстанавливается сама, а в ряде случаев – при позитивном влиянии человека. Однако существуют такие природные ресурсы, которые деятельностью человека практически восстановить не удастся (например, минералы). Поэтому развитие экономики следует направить на снижение негативного влияния эксплуатации невозобновляемого природного потенциала.

Рассматриваемый тренажер «Динамическое взаимодействие природы и общества» позволяет прогнозировать характер развития общества во взаимной увязке с природой, определять границы влияния человека на природу, которое не вызовет в будущем прекращение экономического развития общества из-за истощения природных ресурсов и не будет тормозить восстановление природного потенциала.

В связи с этим выделяют три основных направления расходования природных ресурсов:

- помощь природе в ее восстановлении;
- использование природных ресурсов для развития экономики;
- улучшение качества жизни общества.

Состав модели тренажера и алгоритмы моделирования

Структурная схема модели тренажера «Динамическое взаимодействие природы и общества», на котором выполняются экономико-экологические исследования, приведена на рис. 15.

Оператор-интегратор **1** моделирует природный потенциал, а оператор-интегратор **2** – экономический.

Динамика изменения природного потенциала в процессе жизнедеятельности общества обусловлена несколькими потоками ресурсов.

Потоки ресурсов со знаком « + » обеспечивают увеличение природного потенциала путем: самовосстановления природы – операторы 26, 27 и 28; а также восстановления природы за счет имеющегося экономического потенциала – операторы 4, 21 и 19 (например, лесопосадки после вырубки, искусственное разведение рыбы в водоемах и т.п.).

Потоки ресурсов со знаком « – » уменьшают уровень природного потенциала и включают:

- использование природных ресурсов – выход оператора 8;
- отходы экономической деятельности – выход оператора 12;
- негативное влияние (давление) людей на природу – выход оператора 13.

Рассмотрим алгоритмы формирования входных и выходных сигналов. Контур самовосстановления природы образован операторами 26, 27 и

28. На операторе-ограничителе 28 постоянным сигналом (ПС) устанавливается величина исходного природного потенциала, который существовал бы при отсутствии людей. В результате негативного воздействия производственной деятельности общества на природу на выходе оператора 28 формируется величина нанесенного природе ущерба, скорость нарастания которой задается оператором 27. Снижение природного потенциала приводит к появлению потока самовосстановления природы с оператора 26. Этот поток тем меньше чем больше отходов жизнедеятельности общества возвращается в окружающую среду – оператор 12.

Поток ресурсов из экономики для самовосстановления природы задается оператором 19, который определяет темпы восстановления природы. Оператором 4 устанавливается степень важности использования экономических ресурсов, предназначенных для восстановления природы.

Далее приведены три алгоритма формирования отрицательных потоков при моделировании природного потенциала.

Первый поток – влияние добычи природных ресурсов (оператор 8) на снижение природного потенциала. Поток добываемых ресурсов тем больше чем больше их в природе, чем больше установлена доля их изъятия в экономику (операторы 5 и 22) и чем более развита экономика.

Второй поток – отходы из экономики в окружающую среду (оператор 12), равен потоку добываемых ресурсов, умноженному на степень токсичности отходов (оператор 18)

Третий поток – давление на природу самих людей (оператор 13) зависит от численности населения (оператор 15). Этот поток тем больше, чем больше численность.

Алгоритмы формирования экономического потенциала также создают два вида потоков: поток, увеличивающий экономический потенциал, и поток, уменьшающий его.

Увеличение экономического потенциала обеспечивается поставками природных ресурсов (операторы 8, 10). Причем предполагается, что в результате развития экономики удельный расход природных ресурсов на единицу прироста экономического потенциала уменьшается (оператор 11). Одновременно по такому же алгоритму изменяется потребность в природных ресурсах (операторы 31, 32).

Уменьшение экономического потенциала происходит в результате его амортизации. Коэффициент амортизации устанавливается оператором 3. Поток амортизации пропорционален величине экономического потенциала.

Индекс качества жизни формируется сверткой, реализованной оператором 16. Он представляет собой произведение величины природного потенциала (оператор 20) на долю экономического потенциала, выделенного на нужды людей, (оператор 23) деленное на численность населения (выход оператора 15).

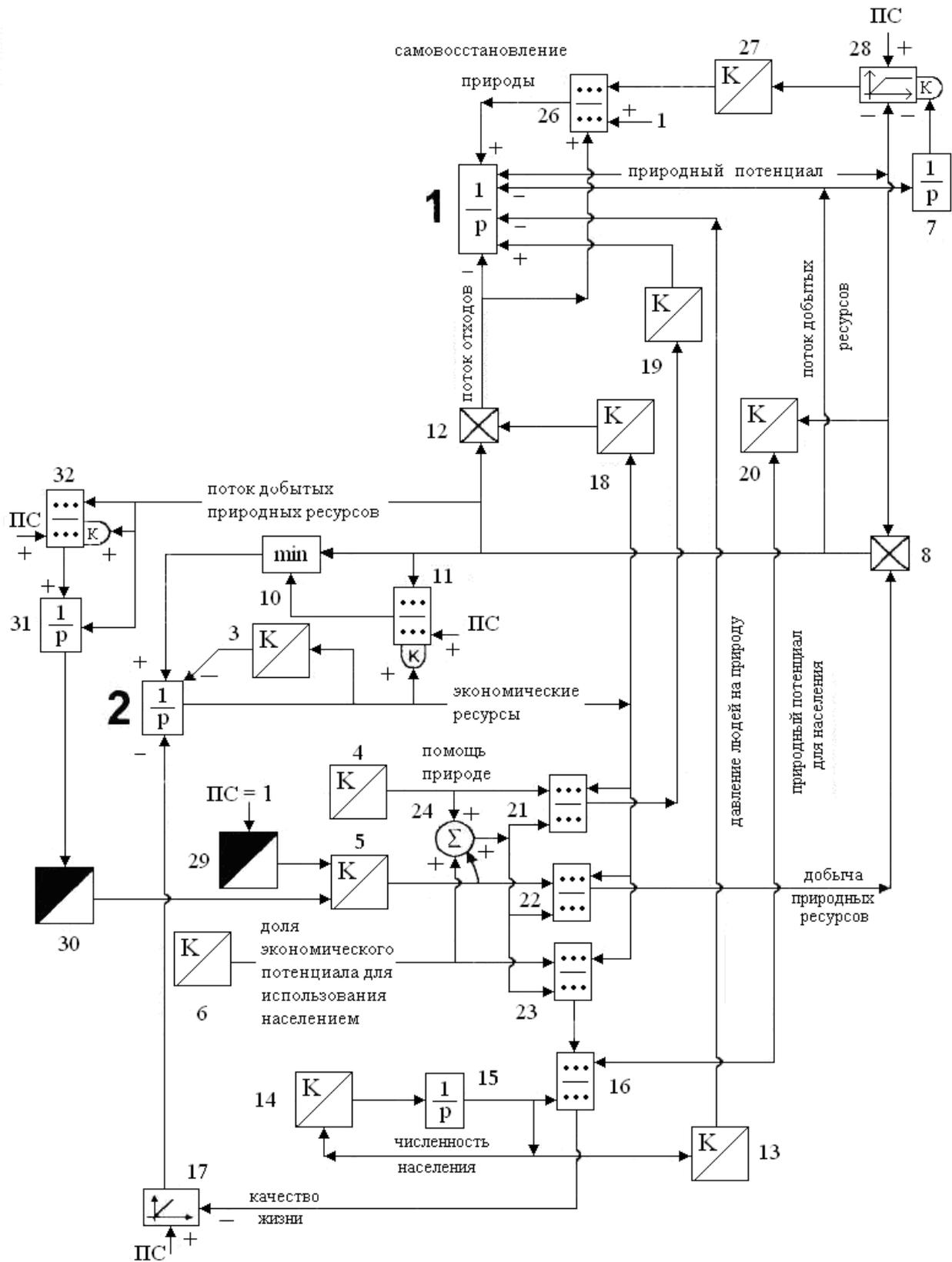


Рис.15. Структурная схема взаимодействия общества с природой:
1 – природный потенциал; **2** – экономический потенциал общества

Если индекс качества жизни заметно уменьшится (станет меньше величина ПС у оператора 17), то общество не сможет поддерживать свою экономику, а, следовательно, и собственное развитие. В этом случае сигнал с оператора 17 начнет интенсивно снижать экономический потенциал, система «природа – общество» станет функционировать без людей и экономики, после чего произойдет постепенное самовосстановление природа.

В целях анализа функционирования системы «природа – общество» при изменении интенсивности использования природных ресурсов в тренажере предусмотрен режим: «не больше и не меньше чем требуется экономике в каждый отдельно взятый момент ее развития». Указанный алгоритм реализуется операторами 31 и 32.

Сигнал с оператора 31 (необходимая потребность в природных ресурсах) подается на переключатель режимов тренажера – операторы 29 и 30. Оператор 29 задает интенсивность добычи природных ресурсов ручным способом путем экзогенного (внешнего) изменения величины сигнала на выходе оператора 5. При включении оператора 30 (оператор 29 отключен) сигнал на выходе оператора 5 устанавливается автоматически сигналом с выхода оператора 31.

Управление тренажером

Изменение условий функционирования динамической модели тренажера выполняется двумя способами:

- первый – с помощью дискретных изменений параметров управления – управляющих факторов экологической системы «природа – общество»;
- второй – путем задания соответствующих графиков изменения управляющих факторов.

Первый способ предназначен для исследования непрерывного изменения экономического потенциала в заданном интервале времени при постоянном уровне добычи природных ресурсов, необходимых для развития экономики.

При использовании второго способа графики управляющих факторов служат для изменения доли распределения экономического потенциала по следующим направлениям:

- добыча природных ресурсов;
- помощь в самовосстановлении природы;
- повышение качества жизни общества.

При любом из способов управления в тренажере дискретно в зависимости от потребности экономики изменяются темпы прироста населения, а также режим добычи природных ресурсов:

- автоматически – в режиме “по потребности”;
- вручную – в режиме “ручная установка”.

Управление моделированием осуществляется с помощью следующих элементов управления: управляющего графика; реостата; таблицы ввода; таблицы переключателей.

Управляющий график как элемент управления моделированием служит для получения информации о ходе процесса моделирования, а также для установки значения какого-либо управляющего фактора, которое должно изменяться в процессе моделирования, например, доли экономического потенциала для добычи природных ресурсов или доли для помощи в самовосстановлении природы и т.д.

Управляющий график выделен на экране светло-коричневым цветом. В отличие от получаемого графика-прогноза управляющий график каждого из управляющих факторов виден на всей координатной плоскости даже до начала моделирования. В процессе моделирования, по мере продвижения модельного времени, толщина линии управляющего графика увеличивается.

Выполняющий исследования имеет возможность установить требуемый характер изменений управляющего фактора на отрезке времени равном интервалу моделирования, начиная от текущего момента. Для этого необходимо выбрать требующий изменения график, навести курсор на цветном прямоугольнике рядом с названием соответствующего управляющего фактора и щелкнуть левой клавишей мыши. После этого курсор мыши на координатной плоскости приобретет цвет изменяемого графика. Нажав и удерживая левую клавишу мыши, можно задать желаемый характер изменения управляющего фактора.

Кроме того, при перемещении курсора мыши по координатной плоскости с не нажатыми клавишами он приобретает цвет графика того фактора, рядом с которым находится. Если при этом нажать на левую клавишу мыши, то появится возможность редактировать этот график.

Вносить изменения в управляющий график можно как до начала моделирования, так и в процессе его. Однако, изменения, внесенные в процессе моделирования, в отличие от изменений, выполненных до начала моделирования, не сохраняются после полной остановки процесса моделирования с помощью кнопки **Отмена**  на панели инструментов.

Реостат в тренажере также является элементом управления. Реостат служит для установки численного значения управляющего фактора исследуемой системы в требуемых пределах. Изменения могут выполняться как до начала моделирования, так и в процессе моделирования. В рассматриваемом тренажере с помощью реостата дискретно устанавливается **Темп прироста населения**.

Таблица переключателей является элементом управления и служит для выбора и фиксации режима моделирования. Такая таблица содержит набор кнопок, которые при моделировании могут находиться в одном из двух состояний – **Включено**, **Выключено**.

В тренажере при помощи таблиц переключателей, выделенных фиолетовым цветом, устанавливаются: режим **Добычи природных ресурсов** “по потребности” или “ручная установка”; **Уровни сложности моделирования**.

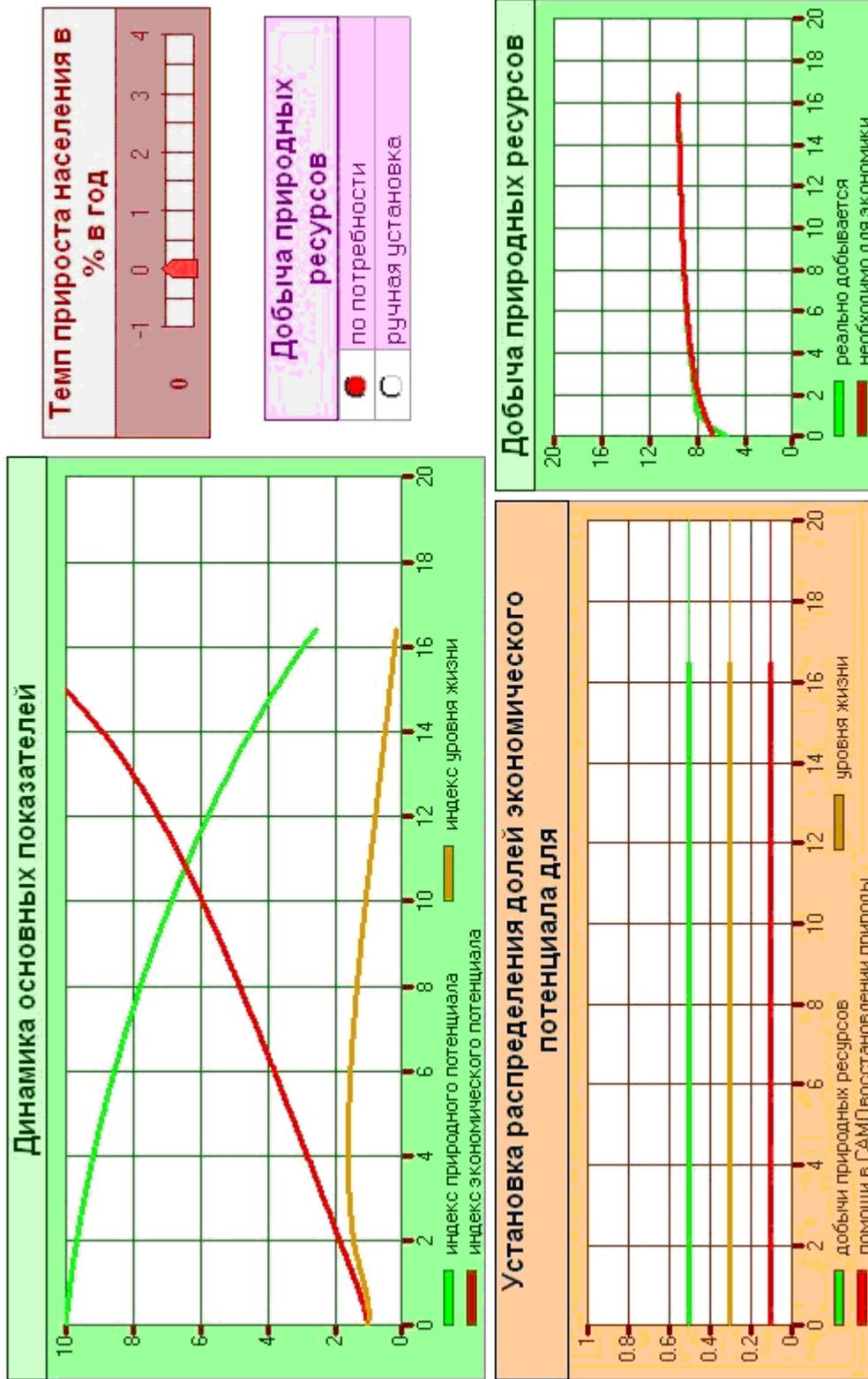


Рис. 16. Элементы управления моделированием

Таблица ввода в тренажере (рис. 17) используется как элемент управления при усложненной схеме многофакторного моделирования экологической системы «природа – общество».

Таблица ввода **Выбор режима функционирования тренажера** (диапазон коэффициентов 0 – 15), выделенная розовым цветом, служит для установки численных значений (коэффициентов) шести используемых факторов. Фиксация вновь устанавливаемых значений коэффициентов выполняется клавишей **ENTER**.

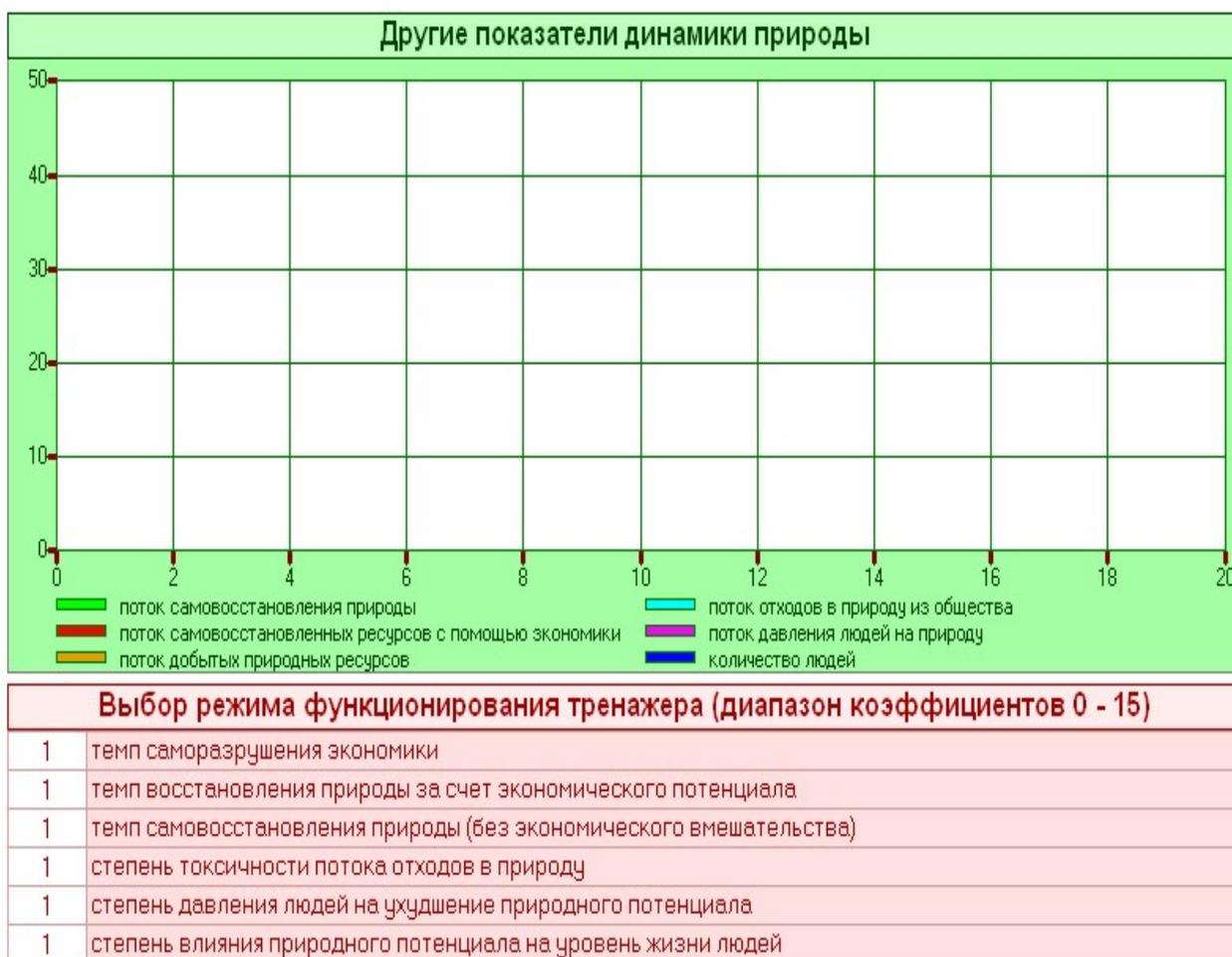


Рис. 17. Элемент управления моделированием – таблица ввода

График-прогноз является элементом отображения (рис. 18). Он служит для отображения изменяющихся значений параметров модели во времени.

График представляет собой координатную плоскость, на которую выводятся одна или несколько кривых, отражающие результаты моделирования по мере его выполнения.



Рис. 18. График – прогноз

Настройка координатных плоскостей графиков

Все графические элементы, а именно *График-прогноз*, *Управляющий график*, *График динамики основных показателей*, обладают двумя координатными осями и координатной плоскостью. Параметры координатных плоскостей могут быть изменены по желанию пользователя.

Если нажать на левую клавишу мыши снаружи любой из координатных осей и перемещать курсор вдоль выбранной оси, не отпуская клавишу, то изменится смещение начальной точки отсчета координатной сетки.

Если нажать на правую клавишу мыши снаружи любой из координатных осей и перемещать курсор вдоль выбранной оси, не отпуская клавишу, то изменится (увеличивается или уменьшается) масштаб координатной сетки.

Если дважды нажать на левую клавишу мыши снаружи вертикальной оси, то изменится ее масштаб и смещение таким образом, что все графики входят в координатную плоскость. Для возвращения к исходному состоянию необходимо нажать на любую клавишу мыши снаружи вертикальной оси.

Если дважды нажать на левую клавишу мыши на заголовке любого графического элемента, то этот элемент развернется во весь экран и расположится поверх всех остальных. Возвращение к исходным размерам происходит при повторном двойном нажатии левой клавиши на заголовке графика.

Осветление и затемнение экранов выполняется клавишами **F7** и **F8** соответственно (16 градаций яркости).

Результаты моделирования взаимодействия природы и общества в тренажере представлены следующими функциями времени:

- индексом природного потенциала;
- индексом экономического потенциала;
- индексом качества жизни.

Методические указания по выполнению работы “Моделирование динамических процессов в системе «природа – общество»”

Цель работы – исследование влияния распределения экономического потенциала общества по основным направлениям его деятельности на длительность жизненного цикла экологической системы «природа – общество».

Основные положения

Развитие общества базируется на использовании энергетических, растительных, пищевых, минеральных, территориальных и многих других природных ресурсов. Отсутствие даже некоторых из них снижает экономический потенциал общества.

Для развития общества неприемлемы две крайности: бурное экономическое развитие при максимальной эксплуатации природы или слишком бережное использование природных ресурсов, при котором экономическое развитие практически не происходит, что обуславливает крайне низкое качество жизни населения и, как следствие, негативные демографические последствия.

Экономическое развитие общества непосредственно только за счет интенсивного расходования природных ресурсов также не может в будущем привести к повышению уровня жизни и к улучшению ее качества из-за катастрофического истощения природного потенциала.

Известно, что восстановление природного потенциала происходит путем самовосстановления некоторых природных ресурсов, а также за счет выделения обществом необходимых экономических ресурсов на ускорение восстановления природы.

Исследования подтверждают, что восстановление некоторых природных ресурсов человеком производится быстрее, чем их естественное самовосстановление. Однако существуют такие природные ресурсы, например, минералы, которые деятельностью человека практически восстановить не удается.

Поэтому на длительных интервалах времени большое значение для развития общества приобретает его полезная деятельность по сохранению и восстановлению природного потенциала.

В связи с тем, что ущерб природе проявляется не столько в момент его нанесения, сколько в дальнейшем, поэтому умение общества прогнозировать своё будущее играет важную роль.

Отсюда возникает проблема определения пропорций между интенсивностью воздействия человека на природу и темпами и характером развития экономики и общества с целью установления оптимального взаимодействия общества и природы.

В связи с этим выделяют три основных направления расходования экономического потенциала на развитие общества:

- для помощи природе в ее самовосстановлении;
- для добычи природных ресурсов в целях экономического развития;
- для повышения уровня и качества жизни общества.

Тренажер «Динамическое взаимодействие природы и общества» позволяет моделировать экологические процессы в системе «природа – общество», прогнозировать характер развития общества во взаимной увязке с природой, определять границы влияния человека на природу, которое не вызовет в будущем прекращение экономического развития общества и его гибель (экологическую катастрофу) из-за истощения природных ресурсов.

В связи с тем, что экологические процессы, как и экономические, в основном имеют вялотекущую динамику, время моделирования таких процессов должно быть достаточно длительным – в пределах нескольких тысяч лет. На тренажере интервал времени исследования изменений в экологической системе «природа – общество» принят 2 тысячи лет, а каждый отдельный интервал времени равен 200 годам.

Тренажер «Общество – природа» имеет два уровня сложности проводимых исследований: *простая модель* и *сложная модель*, отличающиеся по количеству доступных для наблюдения и изменения управляющих факторов системы «природа – общество». В данной работе используется простая модель.

Вначале исследуется ступенчатое управление графиками распределения долей экономического потенциала отдельно для следующих управляющих факторов системы «природа – общество»:

- а) помощи в самовосстановлении природы;
- б) добычи природных ресурсов;
- в) повышения уровня жизни.

Далее выполняется многофакторное моделирование при одновременном управлении двумя из трех указанных факторов системы.

Следует обратить внимание на то, что после разрушения экономики в результате интенсивного использования природных ресурсов наступает катастрофа (индекс экономического потенциала падает до нуля) – общество гибнет, а природа начинает постепенно самостоятельно восстанавливаться. Причем уровень восстановления природного потенциала окажется ниже исходного, с которого начиналось моделирование. Этот факт объясняется невосполнимостью минеральных и подобных им природных ресурсов.

Для анализа результатов воздействия общества на природу наиболее целесообразно выбрать следующие критерии их оценки:

- индекс качества жизни;
- продолжительность жизненного цикла общества.

План исследований

1. Исследовать зависимость длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до момента экологической катастрофы при изменении в отдельности величины следующих управляющих факторов системы – долей экономического потенциала для:

- а) помощи в самовосстановлении природы;
- б) повышения уровня жизни;
- в) добычи природных ресурсов

в режиме «Добыча природных ресурсов. По потребности».

2. Исследовать зависимость длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до катастрофы при одновременном изменении величины двух управляющих факторов: доли экономического потенциала для помощи в самовосстановлении природы и доли для повышения уровня жизни населения.

3. Определить оптимальное соотношение величин управляющих факторов, соответствующее максимальному сроку длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до катастрофы.

Порядок работы с тренажером

1. Выбрать тренажер «Общество – природа» из 13 представленных в работе. Для чего необходимо:

1.1. навести на экране курсор на иконку **Тренажер** и дважды щелкнуть левой клавишей «мыши»;

1.2. в появившемся окне **Внимание!** щелкнуть на кнопке **ОК**;

1.3. в окне **Выбор тренажера** (рис. 19) навести курсор на картинку «Общество – природа» и дважды щелкнуть «мышью»;

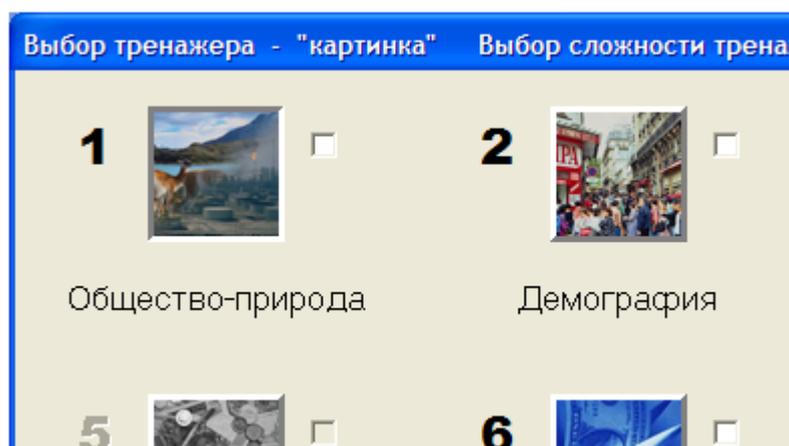


Рис. 19. Окно Выбор тренажера - “картинка” (фрагмент)

2. Выполнить исследование влияния управляющих факторов в отдельности на длительность жизненного цикла системы «природа – общество» в режиме «Добыча природных ресурсов» **по потребности**.

2.1. Установить в появившемся окне **Тренажер №1** (см. рис. 16) режим «Добыча природных ресурсов» **по потребности** с помощью соответствующей кнопки в таблице переключателей **Добыча природных ресурсов**.

2.2. Исследовать зависимость длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до момента экологической катастрофы при изменении доли экономического потенциала, выделяемого обществом для помощи в самовосстановлении природы.

2.2.1. На управляющем графике **Установка распределения долей экономического потенциала** задан первоначальный вариант распределения долей экономического потенциала для:

добычи природных ресурсов – 0,5;

уровня жизни – 0,3;

помощи самовосстановления природы – 0,1.

2.2.2. начать исследование, щелкнув на панели управления на кнопке **Старт**. На результирующем графике «**Динамика основных показателей**» автоматически строятся кривые изменения индексов в зависимости от продолжительности жизненного цикла системы;

2.2.3. при наступлении момента экологической катастрофы (кривая индекса экономического потенциала падает до нуля) зафиксировать продолжительность жизненного цикла системы «природа – общество», щелкнув на кнопке **Стоп** (Пауза);

ВНИМАНИЕ! Если длительность жизненного цикла системы больше указанного на графике временного интервала исследования, то необходимо продолжить исследование, щелкнув на кнопке **Продолжить**.

2.2.4. занести результат исследования в таблицу 1 (см. Приложение);

2.2.5. щелкнуть на кнопке **Отмена** (сброс результатов исследования);

2.2.6. продолжить исследование, последовательно установив на графике **Установка распределения долей экономического потенциала** долю помощи в самовосстановлении природы равной: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6. Для этого необходимо подвести курсор к началу графика «помощь в самовосстановлении природы» и перемещением курсора по оси Y установить соответствующее значение доли.

2.3. Выполнить аналогичное исследование длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до момента катастрофы в зависимости от доли экономического потенциала, выделяемого обществом для повышения уровня жизни равной: 0,1; 0,2; 0,3.

Результаты исследований занести в таблицу 2.

2.4. Провести исследование длительности жизненного цикла системы «природа – общество» до момента катастрофы при доле экономического потенциала, выделяемого для добычи природных ресурсов равной: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5.

Результаты исследований занести в таблицу 3.

2.5. Выполнить исследование зависимости длительности жизненного цикла системы «природа – общество» при одновременном изменении величины двух управляющих факторов: доли экономического потенциала для помощи в самовосстановлении природы и доли для повышения уровня жизни населения (см. табл. 4).

Указания по составлению отчета о проделанной работе

В отчете необходимо представить:

- цель и план исследования;
- результаты выполненных исследований в виде таблиц исходных данных и результатов управления;
- графики зависимости длительности жизненного цикла системы «природа – общество» от величины управляющих факторов;
- выводы по результатам работы.

Приложение

Таблица 1

Длительность жизненного цикла экологической системы в зависимости от доли экономического потенциала для помощи в самовосстановлении природы

Уровень добычи природных ресурсов	Уровень жизни	Доля помощи в самовосстановлении природы	Длительность жизненного цикла экологической системы	Момент достижения максимума уровня жизни	Максимум уровня жизни
0,5	0,3	0,1			
		0,2			
		0,3			
		0,4			
		0,5			
		0,6			

Таблица 2

Длительность жизненного цикла экологической системы в зависимости от доли экономического потенциала для повышения уровня жизни

Уровень добычи природных ресурсов	Уровень жизни	Доля помощи в самовосстановлении природы	Длительность жизненного цикла экологической системы	Момент достижения максимума уровня жизни	Максимум уровня жизни
0,5	0,1	0,2			
	0,2				
	0,3				

Таблица 3

Длительность жизненного цикла экологической системы в зависимости от доли экономического потенциала для добычи природных ресурсов

Уровень добычи природных ресурсов	Уровень жизни	Доля помощи в самовосстановлении природы	Длительность жизненного цикла экологической системы	Момент достижения максимума уровня жизни	Максимум уровня жизни
0,5	0,3	0,2			
0,4					
0,3					
0,25					
0,2					
0,1					

Таблица 4

Длительность жизненного цикла экологической системы при одновременном изменении двух управляющих факторов

Управляющий фактор		Доля экономического потенциала для повышения уровня жизни		
		0,1	0,2	0,3
Доля экономического потенциала для помощи в самовосстановлении природы	0,1			
	0,2			
	0,3			
	0,4			
	0,5			
	0,6			

ЛИТЕРАТУРА

1. Проценко А.Н., Горковенко В.А., Иванов И.Г. Моделирование на ПК процессов распространения опасных и вредных производственных факторов ЛИТМО 1988.
2. Кугаенко А.А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития. - М.: Вузовская книга, 1998.
3. Кугаенко А.А. Тринадцать тренажеров по управлению социально-экономическими процессами - М.: Финансы и статистика, 2001. - М.: Прометей, 1991.
4. Проценко А.Н., Колосов Ю.В., Горковенко В.А. Исследование компьютерных моделей производственной и окружающей среды. СПб.: 2001.
5. Гребенюк С.Ф. Теоретические основы расчета локальных средств защиты окружающей среды. СПб.: 2004.