

ИНСТРУКЦИЯ

по использованию компьютерной программы

«Структурно-параметрическое прогнозирование ресурсопотребления (электропотребления) организации»

Представляем программу «Структурно-параметрическое прогнозирование ресурсопотребления (электропотребления) организации», которую предлагается использовать в учебном процессе, научных исследованиях и практической деятельности. Под организацией понимается совокупность объектов, функционирующих в единой системе управления и всестороннего обеспечения, которые для решения задач повседневной деятельности расходуют различные виды ресурсов. Как правило, объект характеризуется собственной подсистемой управления в лице начальника или ответственного за учет лица, а также наличием приборов учета расходуемых ресурсов. В качестве примера в программе используется реальная база данных по электропотреблению, которое измеряется в киловатт-часах за временной интервал ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/T$). В данном случае реализуется долгосрочное прогнозирование и в качестве временного интервала рассматривается год.

1. Характеристика исходных данных

Данные по ресурсопотреблению необходимо сохранять либо в формате Excel, либо в текстовом файле. Первичные данные должны:

- быть полными и действительными (не иметь пропусков и нулей);
- если для фиксации данных используется формат «*.txt», то содержать значения, разделенные табуляцией;
- представлять собой прямоугольную таблицу, в которой номер строки соответствует номеру объекта (точке учета), а номер столбца – номеру временного интервала (отсчета) (рис. 1).

В качестве примера предлагаются готовые файлы данных, которые имеются в комплекте программы (папка «exe_luc») и называются следующим образом: «data.xlsx» и «data.txt». Кроме того, эти файлы могут использоваться в качестве образца при формировании своей базы данных.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1474100	1351000	1161900	1627900	1624000	1829480	1726450	1758230	1756080	1746500
2	1613500	1614300	1304400	1530000	1617320	1747550	1810410	1795120	2005074	1932600
3	441350	349400	397100	410100	410100	410100	410100	435310	459097	454103
4	578400	402500	327400	343900	350000	350000	350000	305780	279645	299500
5	29500	27707	30437	32584	32584	32584	32584	33489	36495	34578
6	366310	319080	285250	246063	232331	185601	180307	169076	150021	143805
7	3113300	3127100	3128700	3202100	3189600	3128700	3202100	3189600	3196181	3943000
8	1630540	1061060	1062760	1102620	1187490	1062760	1102620	1187490	1115368	1152900
9	2930610	2930610	2930610	3034000	2936300	2794300	3635140	3630100	4140079	4151900
10	52753	52753	52753	150146	134852	125863	92582	82061	91099	90407
11	119426	110317	109043	102095	90382	91436	84979	75133	70516	70216
12	107375	101753	93974	86951	84607	78260	74318	68943	66851	63392
13	213960	281380	298850	159948	151172	192530	173342	218160	272598	213880
14	250250	406900	460330	451640	418004	281450	303230	306210	307407	310350
15	346170	359000	311010	289830	261456	296670	301654	305990	317240	317350
16	138674	188024	173040	200785	117922	97446	117673	99976	89521	76326

Рис. 1. Фрагмент исходных данных в формате Excel

2. Запуск программы

В распоряжении пользователя имеется предварительно скомпилированный файл «forec.exe», который можно без установки в системе просто запустить на компьютере двойным щелчком мыши.

3. Построение прогноза

После запуска программы открывается стартовое окно (рис. 2).

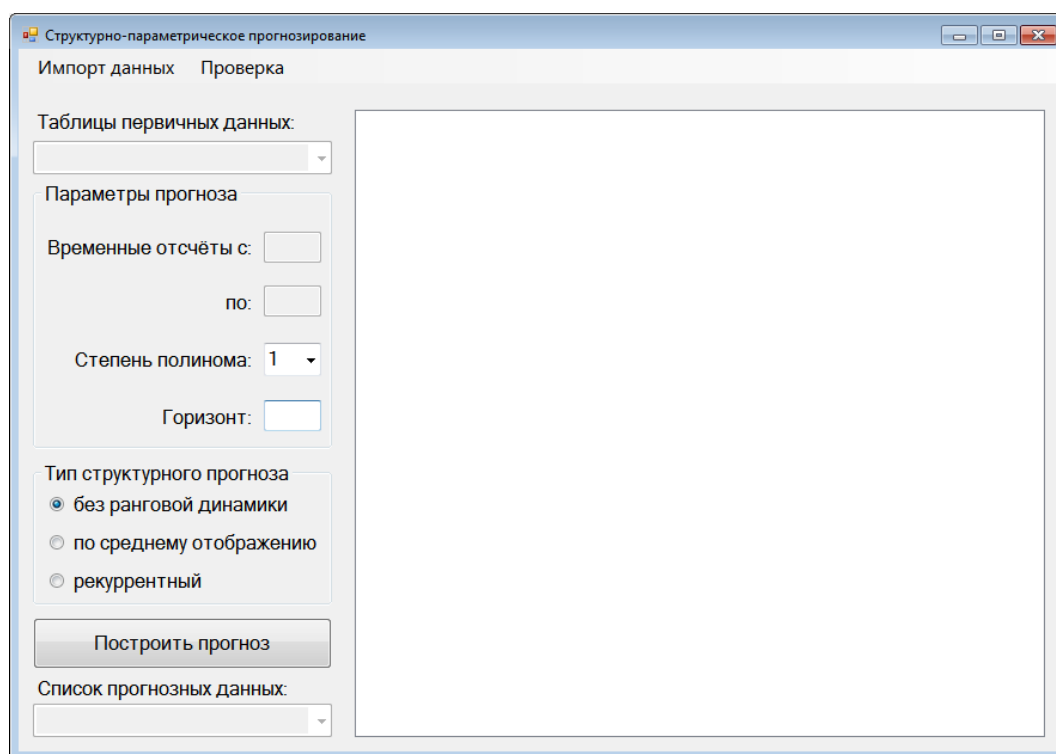


Рис. 2. Стартовое окно программы

Нажав в строке меню по кнопке «Импорт данных», пользователь раскрывает список, в котором устанавливается формат импортируемых данных (рис. 3). Далее в открывшемся диалоговом окне выбирается путь и один из файлов с данными по ресурсопотреблению (рис. 4).

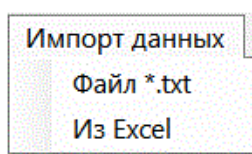


Рис. 3. Установка формата импортируемых данных

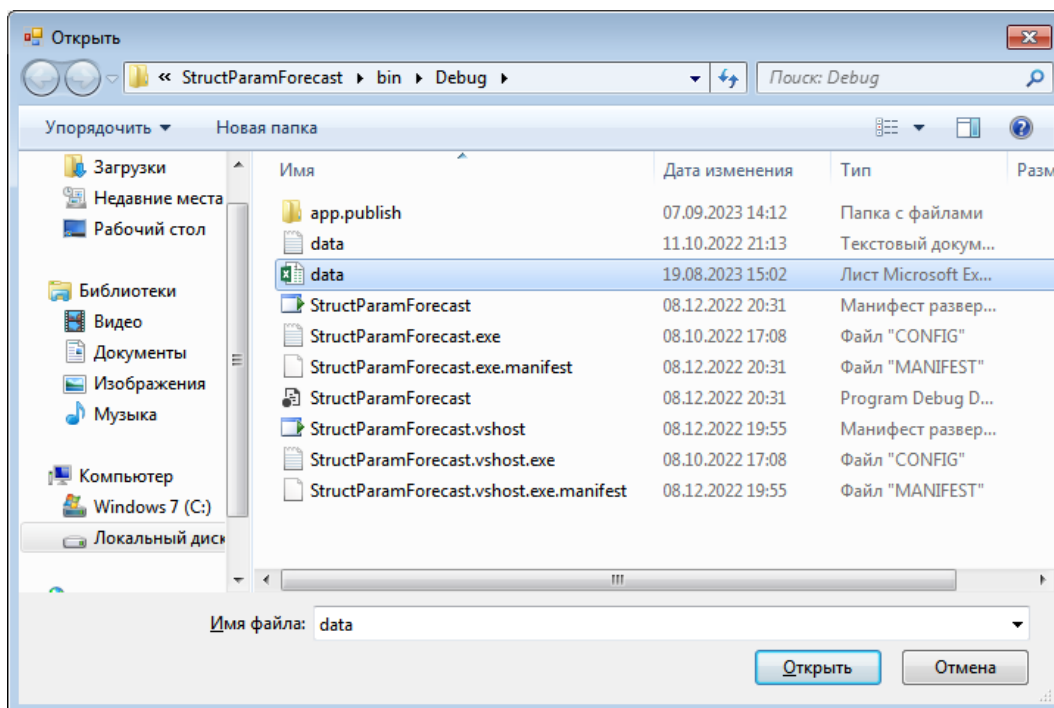


Рис. 4. Выбор файла с данными

После импорта данных из соответствующего файла область данных заполняется значениями по ресурсопотреблению (рис. 5).

Структурно-параметрическое прогнозирование

Импорт данных Проверка

Таблицы первичных данных:

Таблица исходных данных

Параметры прогноза

Временные отсчёты с:

по:

Степень полинома: 1

Горизонт:

Тип структурного прогноза

☒ без ранговой динамики

☐ по среднему отображению

☐ рекуррентный

Построить прогноз

Список прогнозных данных:

Таблица исходных данных (первичные)

Объ...	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	
1	1474...	1351...	1161...	1627...	1624...	1829...	1726...	1758...	1
2	1613...	1614...	1304...	1530...	1617...	1747...	1810...	1795...	2
3	4413...	3494...	3971...	4101...	4107...	4113...	4285...	4353...	4
4	5784...	4025...	3274...	3439...	3509...	3423...	3557...	3057...	2
5	29500	27707	30437	32584	31889	32899	34920	33489	3
6	3663...	3190...	2852...	2460...	2323...	1856...	1803...	1690...	1
7	3113...	3127...	3128...	3202...	3189...	3128...	3202...	3189...	3
8	1630...	1061...	1062...	1102...	1187...	1062...	1102...	1187...	1
9	2930...	3454...	3163...	3034...	2936...	2794...	3635...	3630...	4
10	52753	36990	79806	1501...	1348...	1258...	92582	82061	9
11	1194...	1103...	1090...	1020...	90382	91436	84979	75133	7
12	1073...	1017...	93974	86951	84607	78260	74318	68943	6
13	2139...	2813...	2988...	1599...	1511...	1925...	1733...	2181...	2
14	2502...	4069...	4603...	4516...	4180...	2814...	3032...	3062...	3
15	3461...	3590...	3110...	2898...	2614...	2966...	3016...	3059...	3
16	1386...	1880...	1730...	2007...	1179...	97446	1176...	99976	8
17	2523...	2273...	2196...	3321...	3806...	3282...	2829...	3331...	3
18	1554...	1462...	1295...	79684	65267	1025...	42241	11709	2
19	1514...	1678...	1388...	1373...	1449...	1536...	1664...	1514...	1
20	2342...	2204...	2148...	2152...	2090...	2101...	2014...	2003...	2

Рис. 5. Область данных с импортированными значениями

Выбирая в выпадающем списке «Таблицы первичных данных», пользователь может просмотреть различные данные, необходимые для реализации структурно-параметрического прогнозирования (рис. 6).

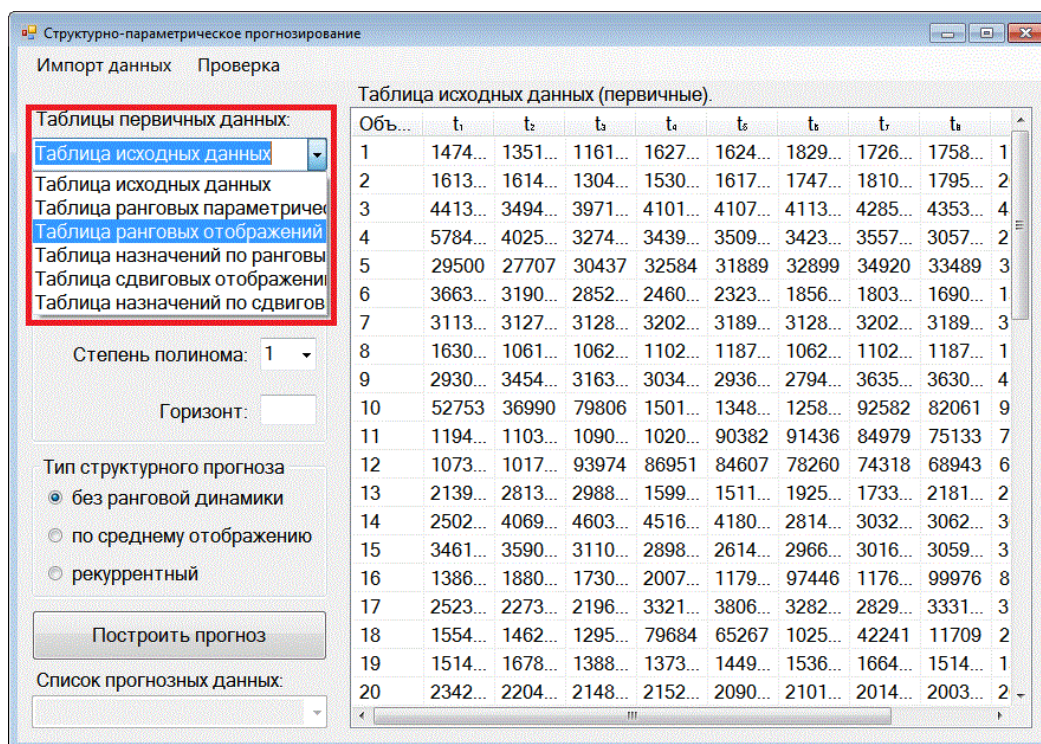


Рис. 6. Выбор таблицы первичных данных

Нажав по области данных правой кнопкой мыши, пользователь вызывает контекстное меню, включающее следующие пункты (рис. 7):

- «Сохранить в текстовый файл» – по нажатию данные, отображенные в области данных, сохраняются в текстовый файл;
- «Сохранить в файл Excel» – по нажатию данные, отображенные в области данных, сохраняются в файл формата Excel;
- «В отдельное окно» – по нажатию данные, отображенные в области данных, выводятся в отдельное окно;
- «Справка» – по нажатию в сообщении выводится разнообразная справочная информация об отображенных данных.

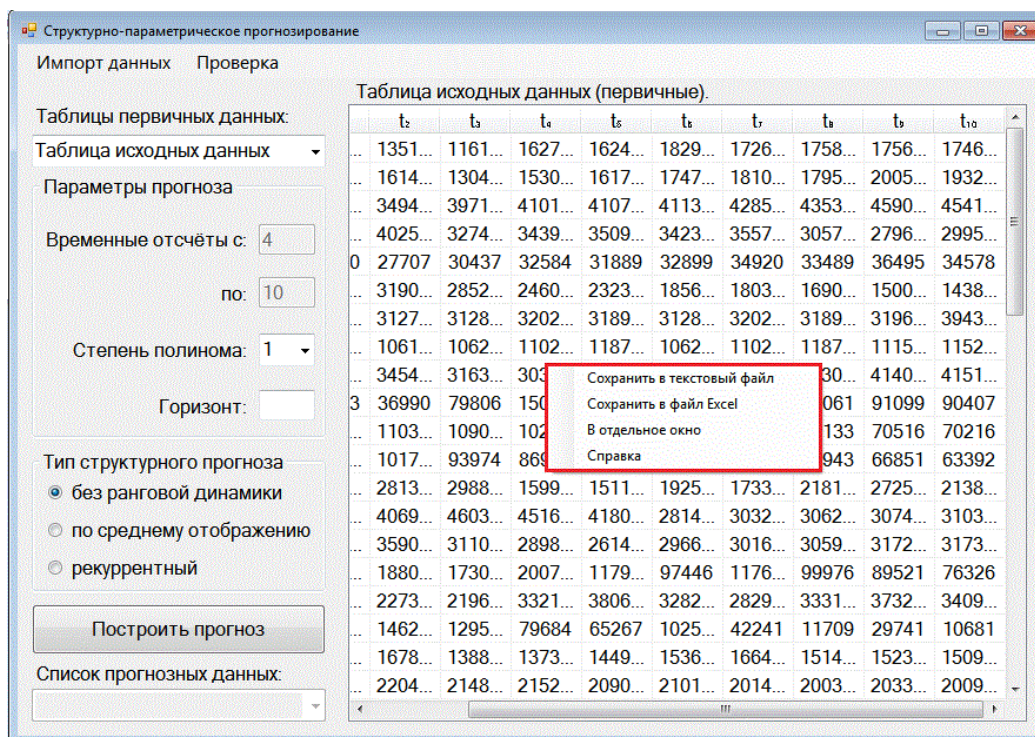


Рис. 7. Контекстное меню области данных

Для подготовки к прогнозированию пользователь, нажимая левой кнопкой мыши по заголовкам столбцов области данных, устанавливает начальный и конечный отсчеты времени, определяющие границы выборки данных, используемой для прогнозирования (рис. 8). Для корректной работы следует сначала выделить более ранний отсчет, затем более поздний.

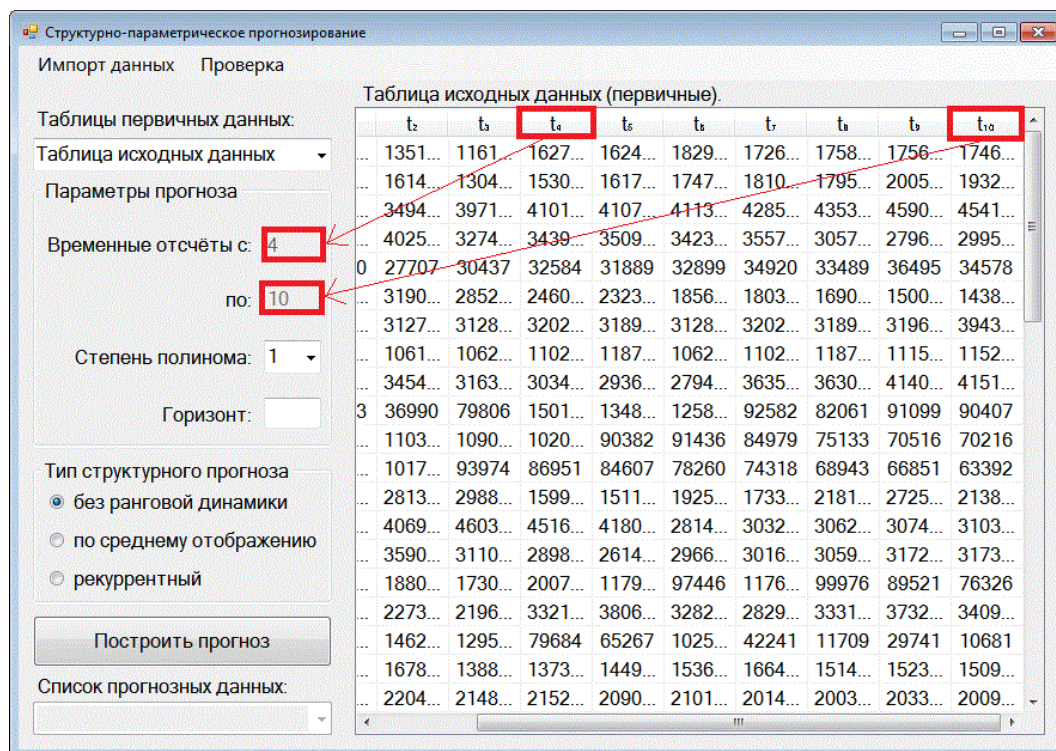


Рис. 8. Выделение выборки данных, используемой для подготовки к прогнозированию

На следующем шаге выбирается степень полинома. Степень полинома влияет на вид аналитической зависимости между выборками данных в модели прогнозирования. Чем выше степень полинома, тем лучше описываются текущие данные. Однако, при построении прогноза, модели с более высокими степенями могут давать менее точные результаты из-за эффекта переобучения. В конечном итоге, выбор степени полинома определяется природой исходных данных и опытом пользователя. Далее пользователь устанавливает горизонт прогнозирования (рис. 9).

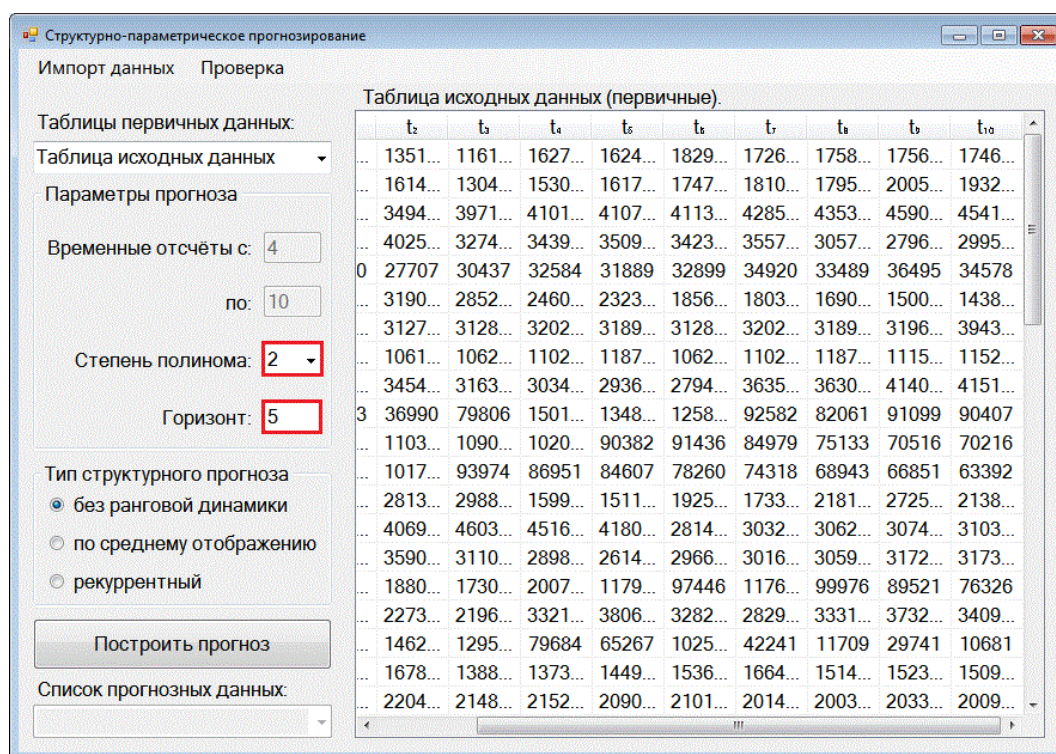


Рис. 9. Установка степени полинома и горизонта прогнозирования

На последнем шаге устанавливается тип прогноза (рис. 10). Структурный прогноз «без ранговой динамики» основан на гипотезе о том, что объекты по величине ресурсопотребления не изменяют своего положения (ранга) в системе. Структурный прогноз «по среднему отображению» основан на гипотезе о том, что объекты системы по величине ресурсопотребления занимают некоторое наиболее вероятное положение (ранг). Структурный прогноз «рекуррентный» основан на гипотезе о том, что изменение положения (ранга) объекта в системе предопределено закономерностями его изменения в прошлом. Выбор типа структурного прогноза определяется свойствами системы, а также силой происходящих в ней структурных изменений, обуславливающих ранговую динамику объектов.

По нажатию на кнопку «Построить прогноз» строится прогноз с установленными пользователем настройками (рис. 10). Выбрав в выпадающем списке «Список прогнозных данных» наименование таблицы прогнозных данных (рис. 10), пользователь задает таблицу, которая отобразится в области данных. При необходимости с использованием команд контекстного меню области данных (рис. 7) просматриваемая прогнозная таблица может быть сохранена в выбранном пользователем формате.

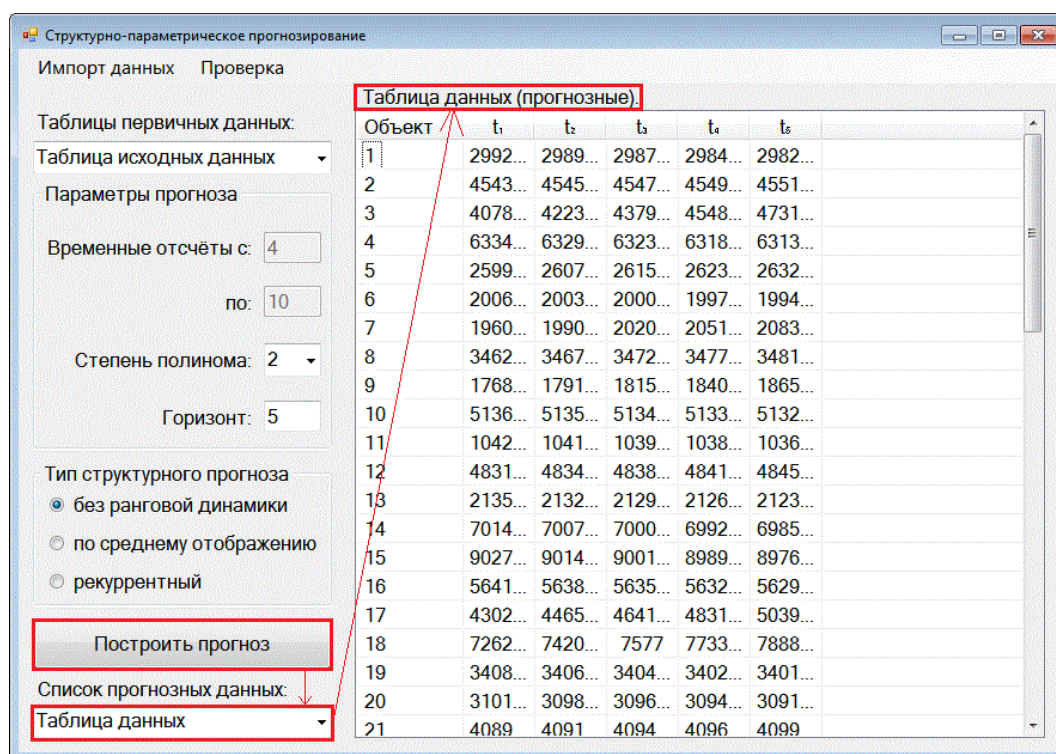


Рис. 10. Установка степени полинома и горизонта прогнозирования

4. Проверка прогноза

Проверка в программе проводится с целью оценки влияния на качество прогноза различных установленных пользователем параметров:

- исследование влияния глубины используемой базы данных по электропотреблению на качественные характеристики получаемого прогноза;
- исследование влияния применяемого метода прогнозирования электропотребления на качественные характеристики получаемого прогноза;
- исследование степени снижения качественных характеристик получаемого прогноза электропотребления по мере наращивания горизонта.

Для проведения проверки рассматриваемые данные по ресурсопотреблению делятся на обучающие, контрольные и прогнозные. Обучающие данные предназначены для построения модели прогнозирования. Контрольные данные предназначены для проверки полученного прогноза. Переход в окно для проверки прогноза осуществляется путем выбора в строке меню пункта «Проверка» далее «СП прогноз» (рис. 11).

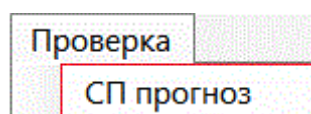


Рис. 11. Вызов окна проверки прогноза

В открывшемся окне программы в области данных отображаются загруженные первичные данные по ресурсопотреблению (рис. 12).

Объ...	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉	t ₁₀	
1	1474...	1351...	1161...	1627...	1624...	1829...	1726...	1758...	1756...	1746...	
2	1613...	1614...	1304...	1530...	1617...	1747...	1810...	1795...	2005...	1932...	
3	4413...	3494...	3971...	4101...	4107...	4113...	4285...	4353...	4590...	4541...	
4	5784...	4025...	3274...	3439...	3509...	3423...	3557...	3057...	2796...	2995...	
5	29500	27707	30437	32584	31889	32899	34920	33489	36495	34578	
6	3663...	3190...	2852...	2460...	2323...	1856...	1803...	1690...	1500...	1438...	
7	3113...	3127...	3128...	3202...	3189...	3128...	3202...	3189...	3196...	3943...	
8	1630...	1061...	1062...	1102...	1187...	1062...	1102...	1187...	1115...	1152...	
9	2930...	3454...	3163...	3034...	2936...	2794...	3635...	3630...	4140...	4151...	
10	52753	36990	79806	1501...	1348...	1258...	92582	82061	91099	90407	
11	1194...	1103...	1090...	1020...	90382	91436	84979	75133	70516	70216	
12	1073...	1017...	93974	86951	84607	78260	74318	68943	66851	63392	
13	2139...	2813...	2988...	1599...	1511...	1925...	1733...	2181...	2725...	2138...	
14	2502...	4069...	4603...	4516...	4180...	2814...	3032...	3062...	3074...	3103...	
15	3461...	3590...	3110...	2898...	2614...	2966...	3016...	3059...	3172...	3173...	
16	1386...	1880...	1730...	2007...	1179...	97446	1176...	99976	89521	76326	
17	2523...	2273...	2196...	3321...	3806...	3282...	2829...	3331...	3732...	3409...	
18	1554...	1462...	1295...	79684	65267	1025...	42241	11709	29741	10681	
19	1514...	1678...	1388...	1373...	1449...	1536...	1664...	1514...	1523...	1509...	
20	2342...	2204...	2148...	2152...	2090...	2101...	2014...	2003...	2033...	2009...	
21	84866	83683	81757	80904	80709	78312	76257	76305	76453	74321	
22	1133...	1146...	1122...	1107...	1113...	1099...	1090...	1074...	1100...	1073...	
23	1350...	1367...	1357...	1313...	1305...	1301...	1317...	1367...	1366...	1372...	
24	73942	77254	81635	85057	90630	94492	98418	1024...	1091...	1049...	
25	1473...	1333...	1458...	1498...	1342...	1266...	1622...	1490...	1805...	1586...	
26	34968	34965	38340	39505	38879	40173	44566	45862	49405	46757	
27	87639	93807	88457	87704	85754	84463	84814	79703	81936	78843	
28	56523	62902	49844	57508	83469	47968	44395	45807	61129	51379	

Рис. 12. Окно проверки прогноза

Сначала путем нажатия по заголовкам столбцов области данных выбираются начальный и конечный отсчеты времени, определяющие обучающую выборку данных (рис. 13). Затем устанавливается количество отсчетов, задающее глубину контрольной выборки данных, следующей после обучающей. После нажатия по кнопке «Разделить» из первичных данных выделяется обучающая и контрольная выборки, выполняется их первоначальная обработка, а названия соответствующих таблиц загружаются в выпадающие списки «Обучающие данные» и «Контрольные данные».

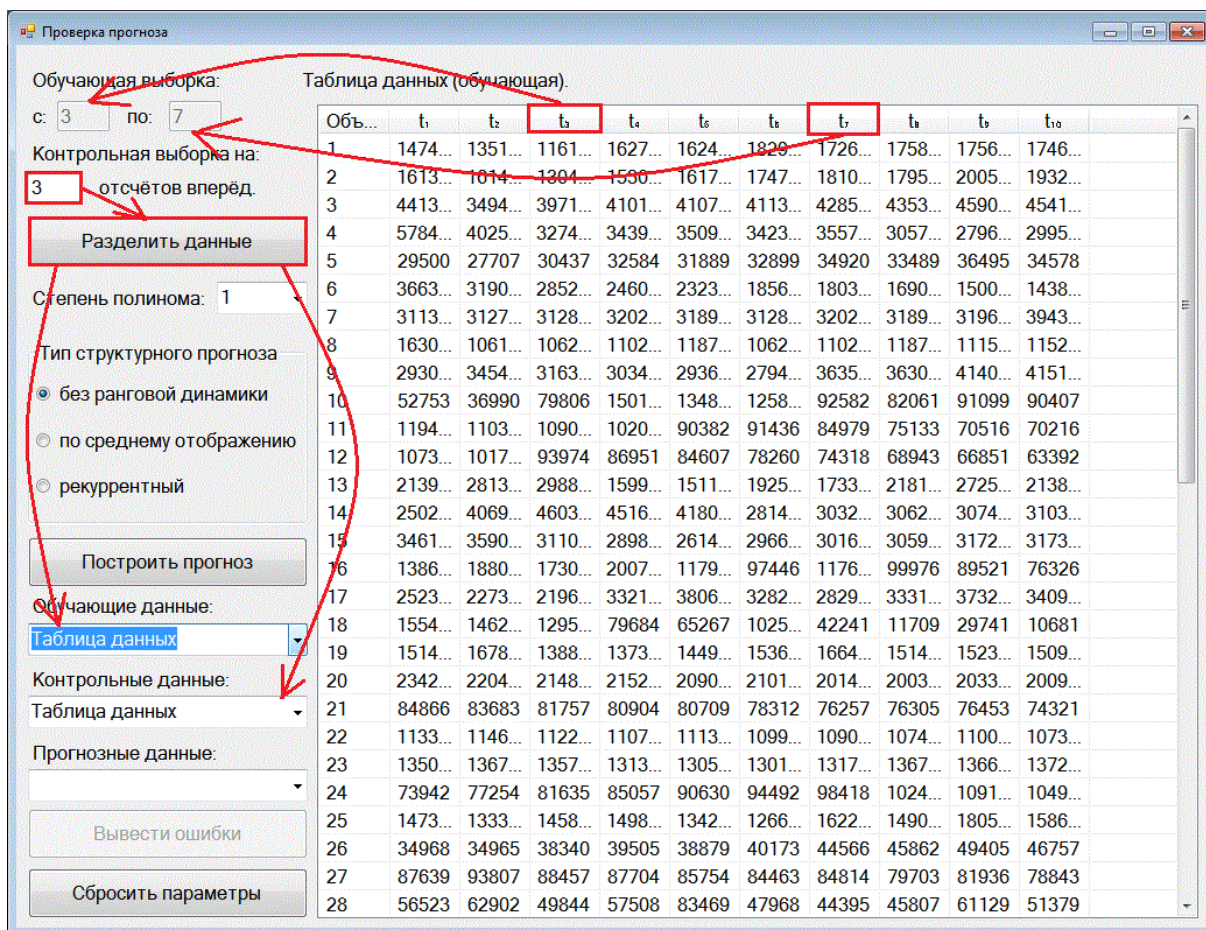


Рис. 13. Выделение обучающей и контрольной выборок (стрелки показывают последовательность действий)

Далее пользователь, устанавливая степень полинома и тип структурного прогноза, выполняет настройки модели прогнозирования и нажимает кнопку «Построить прогноз». После этого в выпадающий список «Прогнозные данные» загружаются прогнозные таблицы данных.

Для оценки качества настроенной модели прогнозирования необходимо нажать кнопку «Вывести ошибки», после чего откроется окно ошибок прогнозирования (рис. 14). В выпадающем списке пользователь может выбрать соответствующую таблицу ошибок, просмотреть ее в области данных, а при необходимости сохранить в формате Excel или «*.txt», используя команды контекстного меню в области данных.

В выпадающем списке загружаются названия следующих таблиц:

- сводных данных – сводные данные по ошибкам прогнозирования;
- параметрических ошибок прогнозирования – содержит ошибки, обусловленные неточным прогнозированием последовательности ранговых параметрических распределений;
- абсолютных структурных ошибок прогнозирования – ошибки, обусловленные неточным описанием явления ранговой динамики;

- абсолютных итоговых ошибок – ошибки, обусловленные совместным действием параметрических и структурных ошибок;
- относительных параметрических ошибок прогнозирования – отражает относительные ошибки параметрического прогноза в %;
- относительных итоговых ошибок прогнозирования – отражает относительные итоговые ошибки прогнозирования в %.

	Значение
Таблица сводных данных	
Таблица абсолютных параметрических ошибок	
Таблица абсолютных структурных ошибок	
Таблица абсолютных итоговых ошибок	23,56
Таблица относительных параметрических ошибок (%)	28,74
Таблица относительных итоговых ошибок (%)	24,14
доля ошибок величиной > 10%	23,56
Распределение структурной ошибки, %:	
доля нулевых ранговых отклонений, %	32,76
доля единичных ранговых отклонений, %	31,03
доля ранговых отклонений величиной 2 или 3, %	24,71
доля ранговых отклонений величиной >3, %	11,49
Распределение итоговой ошибки, %:	
доля ошибок величиной < 2%	19,54
доля ошибок величиной от 2 до 5%	25,29
доля ошибок величиной от 5 до 10%	18,39
доля ошибок величиной > 10%	36,78
За систему в целом:	
Шаг прогноза	Ошибка, %
1	2,13
2	0,65
3	0,78

Рис. 14. Окно ошибок прогнозирования

Для повторения прогнозирования с другими настройками необходимо сначала нажать по кнопке «Сбросить параметры» (рис. 13) и далее выполнить проверочный прогноз уже с другими настройками.

Примечание.

Для просмотра алгоритма прогнозирования могут быть использованы имеющиеся в папке «mcd_luc» файлы «forec_1.xmcd» и «forec_2.xmcd». Эти файлы запускаются в программе Mathcad, где в качестве исходных данных используется находящийся здесь же файл «data.xls» (следует учитывать, что этот файл должен находиться в той же папке).