Разработка программного обеспечения

Теплотехнический расчет нагрева бесконечного цилиндра при регулярном режиме

Разработчик: Чуркин А.А. Мт-46053

Постановка задачи: к.т.н Гольцев В.А.

Руководитель: к.т.н Лавров В.В.

УГТУ-УПИ, г.Екатеринбург, 2009 г

Постановка задачи:

- Разработка ПО для решения задачи нестационарной теплопроводности – нагрева бесконечного цилиндра
- Автоматизация рутинных расчетов
- Обеспечение возможности использования данного ПО в учебных целях

Физическая постановка задачи

- Теплопроводность — это перенос теплоты структурными частицами вещества (молекулами, атомами, электронами) в процессе их теплового движения.
- Явление теплопроводности заключается в том, что кинетическая энергия атомов и молекул, которая определяет температуру тела, передаётся другому телу при их взаимодействии или передаётся из более нагретых областей тела к менее нагретым областям.
- Различные группы сталей в зависимости от температуры имеют различную теплопроводность. Так, углеродистые стали с повышением температуры уменьшают свою теплопроводность, высоколегированные аустенитные стали — увеличивают, а теплопроводность нержавеющих хромистых сталей остается почти по стоянной примерно до 1000 ºС.
- Теплопроводность сталей значительно изменяется с введением легирующих добавок, однако с повышением температуры разница стирается и при 900—950 ºС теплопроводность всех сталей становится примерно одинаковой.

CLEAN DESKTOP

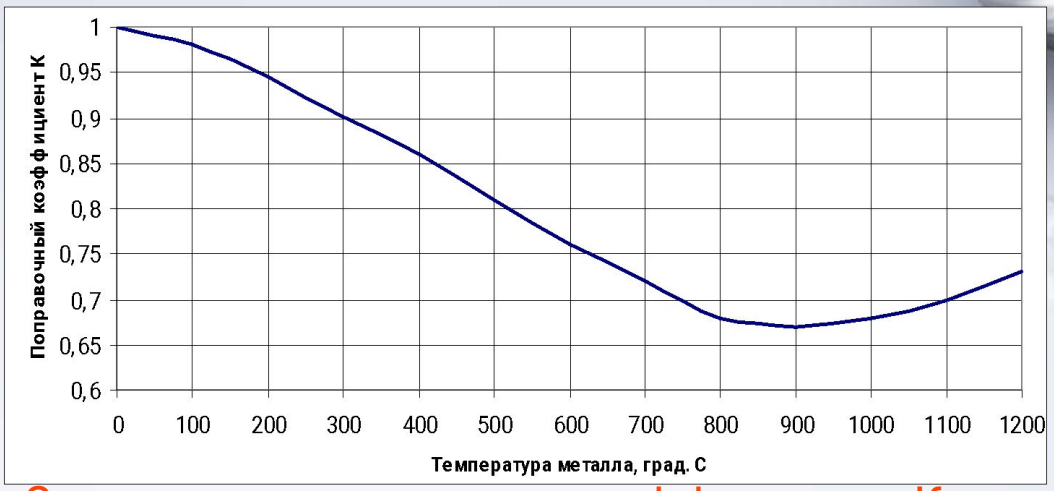
Физическая постановка задачи

Для сталей в случае отсутствия табличных данных значения коэффициента теплопроводности λ при нужных температурах с достаточной степенью точности можно рассчитать по формуле

$\lambda t = K \cdot \lambda 0$

где К — коэффициент, который определяется по графику;

λ0 — коэффициент теплопроводности при нормальных условиях.



Значения поправочного коэффициента К, учитывающего изменения теплопроводности углеродистых сталей с изменением температуры

CLEAN DESKTOP

Разработка алгоритма в таблицах Excel

Исходные данные

					мин	макс
	D цилиндра	0,11	м		0	10
	т печи	1420	град. С		50	2200
	т нач	20	град. С		0	50
теплоемкость	с	712	Дж/(кг*К)		350	1100
плотность	ρ	7860	кг/м3		4000	10000
коэф.теплоотдач	α	525	Вт/(м2*К)		200	1000
Темп поверхности, кри	t пов критич	1200	град. С		100	2200
	C	0,08	%		0	2,14
	Si	0	%		0	5
	Mn	0	%		0	5

Расчет
Этап 1

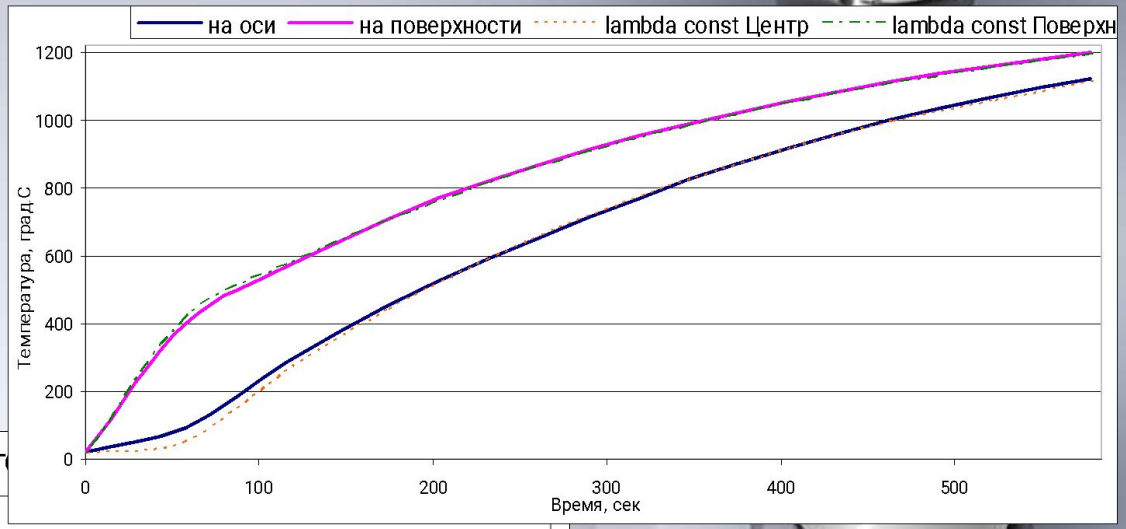
Этап 1 - расчет примерной температуры, коэффициент теплопороводности принят за const													
коэф.теплопров	λ о	60,7	42,00										
коэф.теплопров	λ const	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	Вт/(м*К)	const
Разн темп поверхн	Θ п	0,157	0,186	0,220	0,260	0,307	0,363	0,430	0,508	0,601	0,710		const
Число подобия Био	Bi	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875		const
коэф температ провод	a	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	7,50E-06	м2/с	const
	P ц	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840		const
	N ц	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151		const
	ню ц 2	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164		const
Процент времени	% тау	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	%
Время нагрева	тау Ţ	580	522	464	406	348	290	232	174	116	58	0	секунд
Фурье	F o	1,44	1,30	1,15	1,01	0,86	0,72	0,58	0,43	0,29	0,14		
Разн темп на оси	Θ с	0,215	0,255	0,301	0,356	0,421	0,498	0,589	0,696	0,824	0,974		
расчетное темп оси	t с	1118,3	1063,3	998,2	921,2	830,2	722,6	595,4	444,9	267,0	56,7	0	град. С
реальное темп оси	t с	1118	1063	998	921	830	723	595	445	267	57	20	град. С
расчетное темп поверх	t п	1200,0	1159,9	1112,4	1056,3	989,9	911,5	818,7	709,0	579,2	425,8	0	град. С
реальное темп поверхн	t п	1200	1160	1112	1056	990	911	819	709	579	426	20	град. С

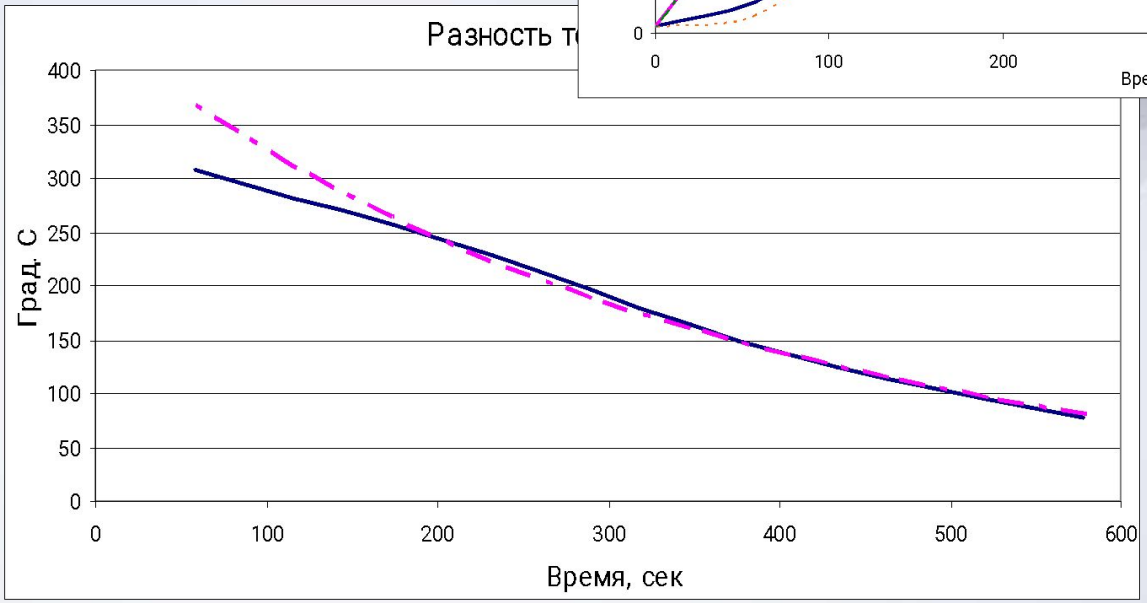
Расчет
Этап2

Этап 2 - уточнение температуры в контрольных точках, коэффициент температуры = f (температуры)												
Поправочный коэф	K	0,730	0,713	0,702	0,691	0,678	0,669	0,678	0,713	0,772	0,846	
коэф.теплопров	K * λo	44,3	43,3	42,6	41,9	41,1	40,6	41,1	43,3	46,8	51,3	Вт/(м*К)
Разн темп поверхн	Θ п	0,157	0,186	0,220	0,261	0,308	0,364	0,430	0,510	0,609	0,730	
Число подобия Био	Bi	0,6520	0,6674	0,6776	0,6885	0,7018	0,7110	0,7022	0,6676	0,6163	0,5630	
коэф температ провод	a	7,91E-06	7,73E-06	7,61E-06	7,49E-06	7,35E-06	7,26E-06	7,35E-06	7,73E-06	8,37E-06	9,17E-06	м2/с
	P ц	0,847	0,844	0,842	0,839	0,837	0,835	0,837	0,844	0,855	0,867	
μ	N ц	1,145	1,148	1,150	1,152	1,154	1,156	1,154	1,148	1,138	1,127	
	ню ц 2	1,113	1,135	1,150	1,165	1,184	1,197	1,185	1,135	1,061	0,981	0,000
Процент времени	% тау	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0 %
Время нагрева	тау	579	521	463	405	347	289	231	174	116	58	0 секунд
Фурье	F o	1,51	1,33	1,17	1,00	0,84	0,69	0,56	0,44	0,32	0,18	
Разн темп на оси	Θ с	0,212	0,253	0,301	0,358	0,425	0,504	0,593	0,694	0,810	0,949	
расчетное темп оси	t с	1122,7	1065,4	998,5	919,3	825,2	715,1	589,9	449,0	285,9	91,2	0 град. С
реальное темп оси	t с	1123	1065	999	919	825	715	590	449	286	91	20 град. С
расчетное темп поверх	t п	1200,0	1159,2	1111,4	1055,1	988,8	911,0	818,4	706,0	567,9	398,6	0 град. С
реальное темп поверхн	t п	1200	1159	1111	1055	989	911	818	706	568	399	20 град. С
разность	д t	77	94	113	136	164	196	228	257	282	307	

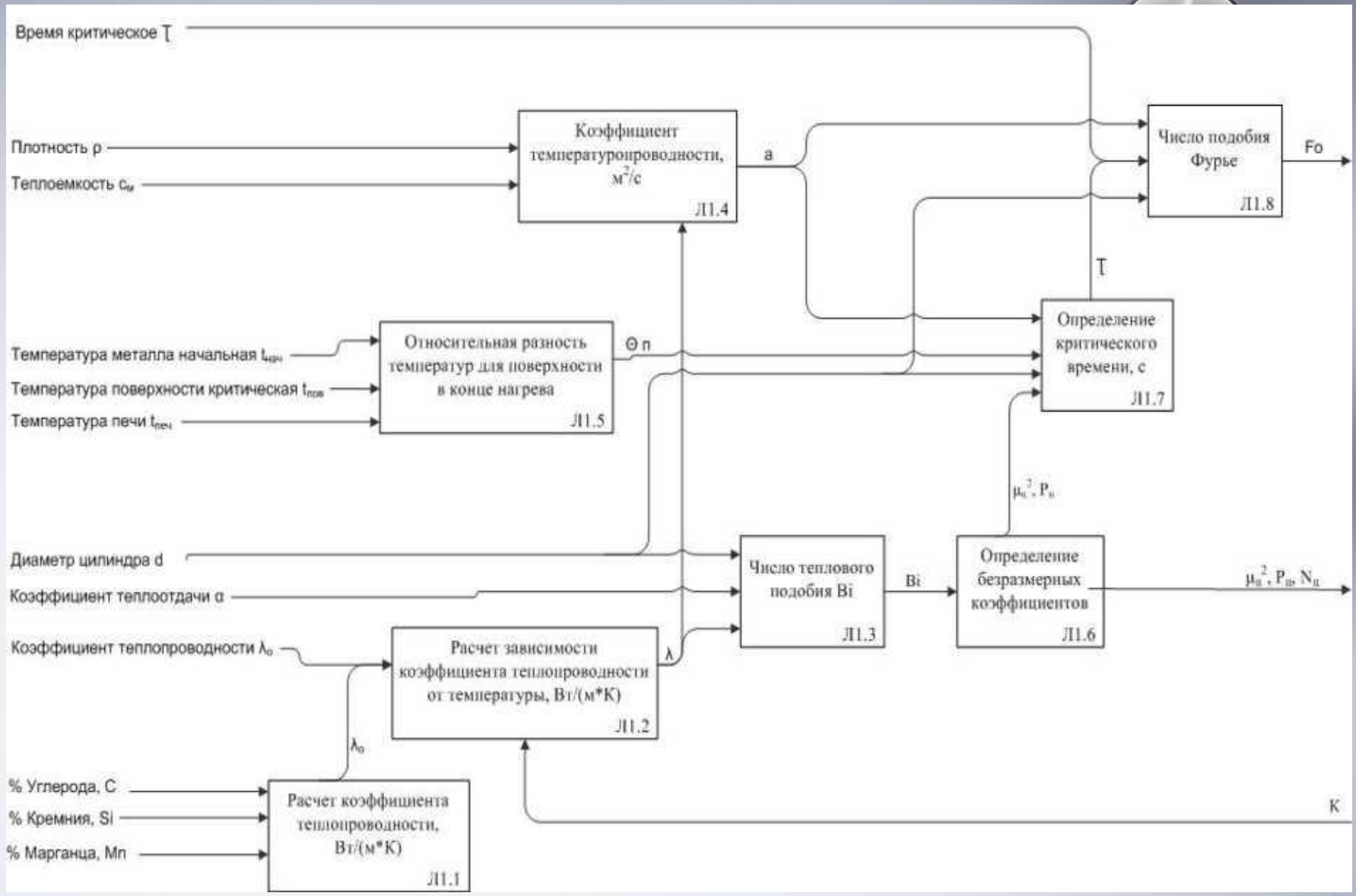
Разработка алгоритма в таблицах Excel

Визуализация рассчитанных данных

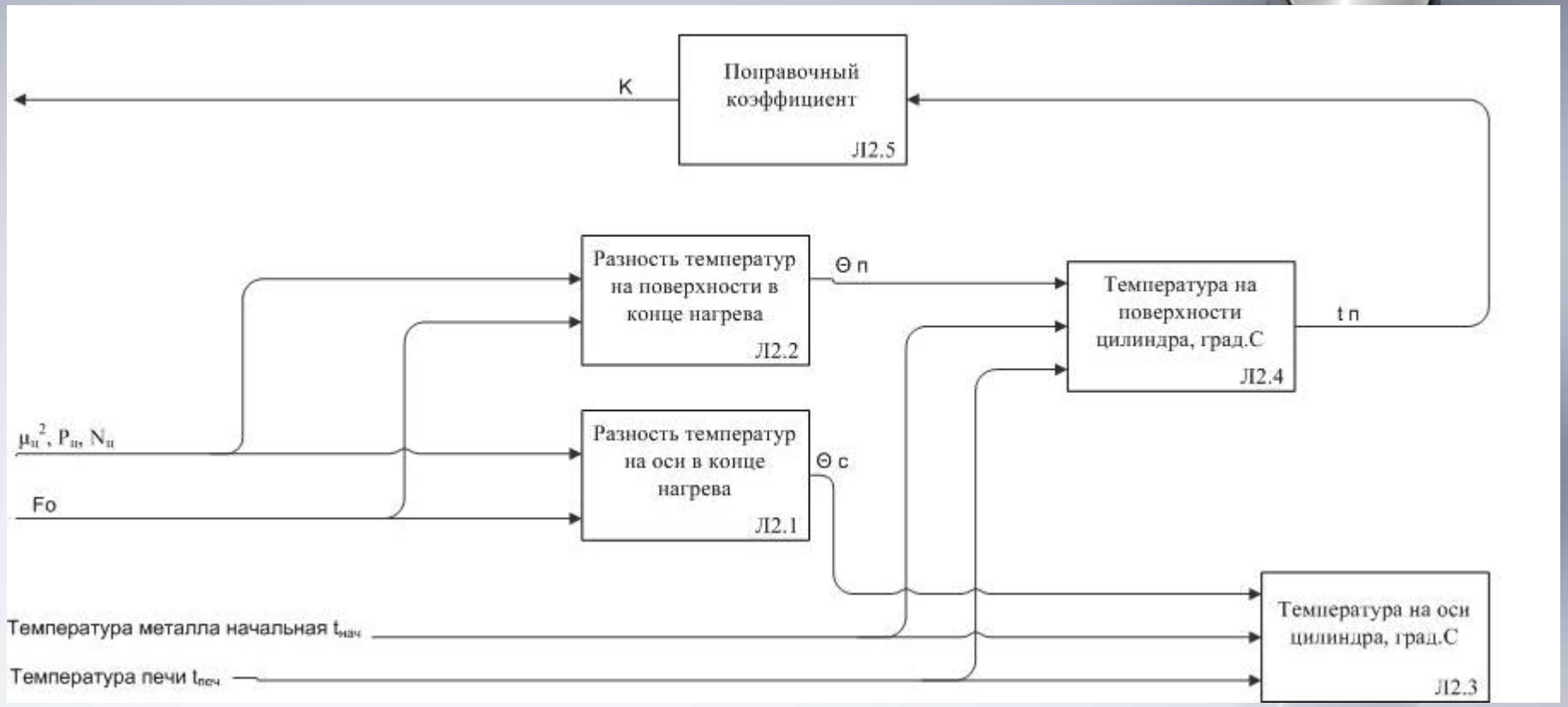




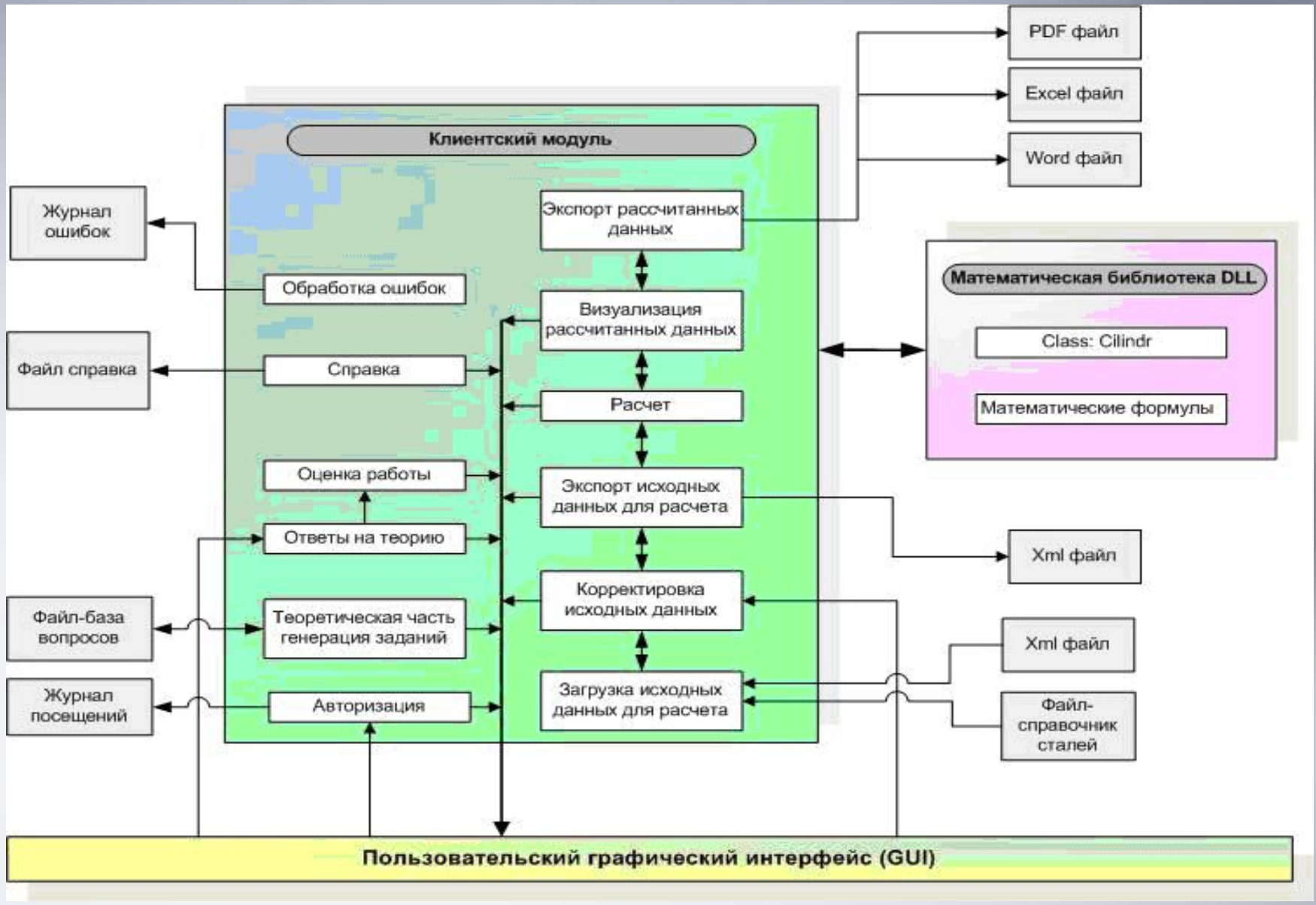
Визуализация алгоритма расчета в пакете MS Visio



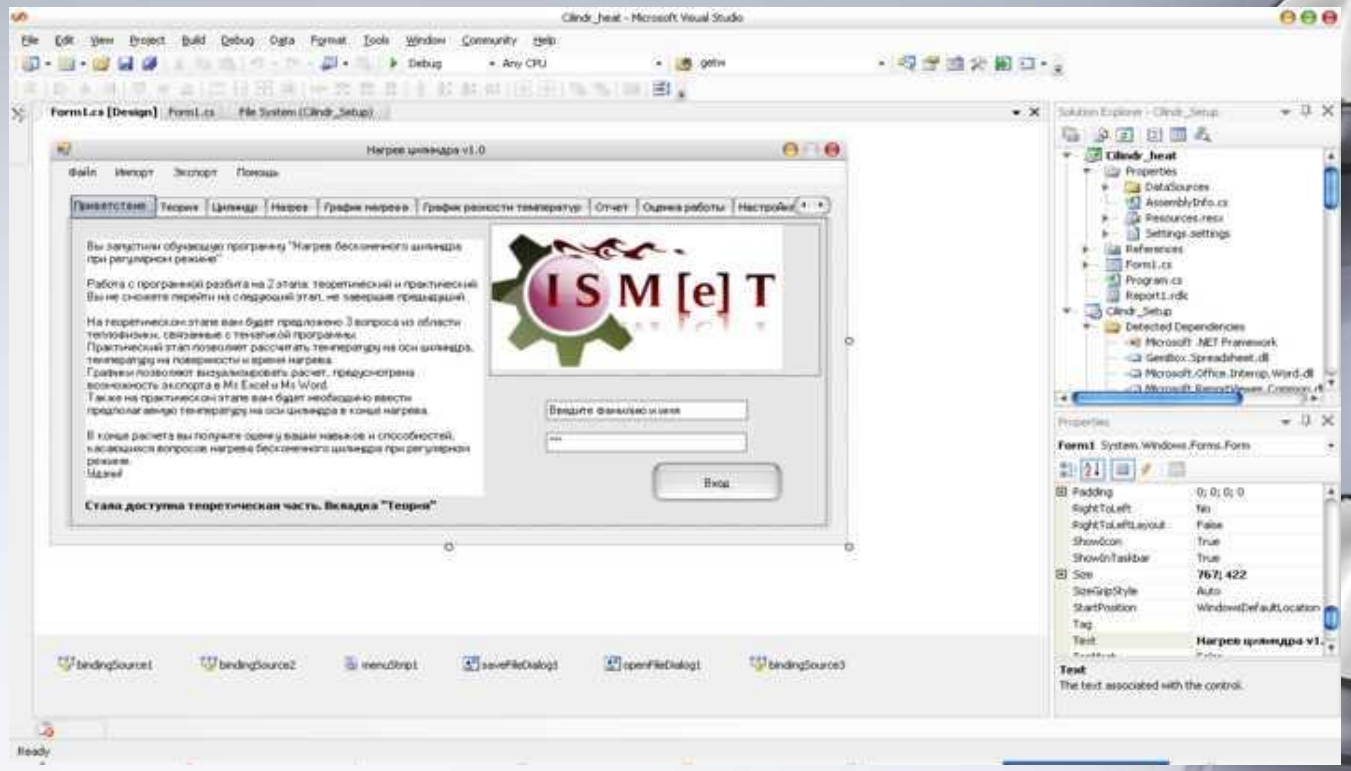
Визуализация алгоритма расчета в пакете MS Visio



Архитектура ПО

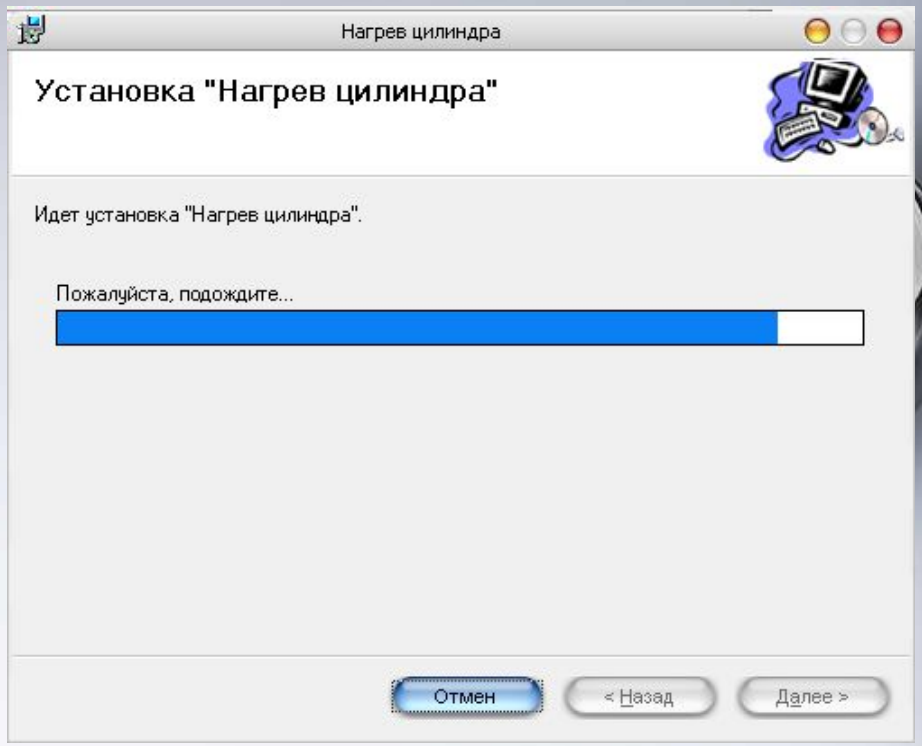


Реализация программного средства в среде MS Visual Studio



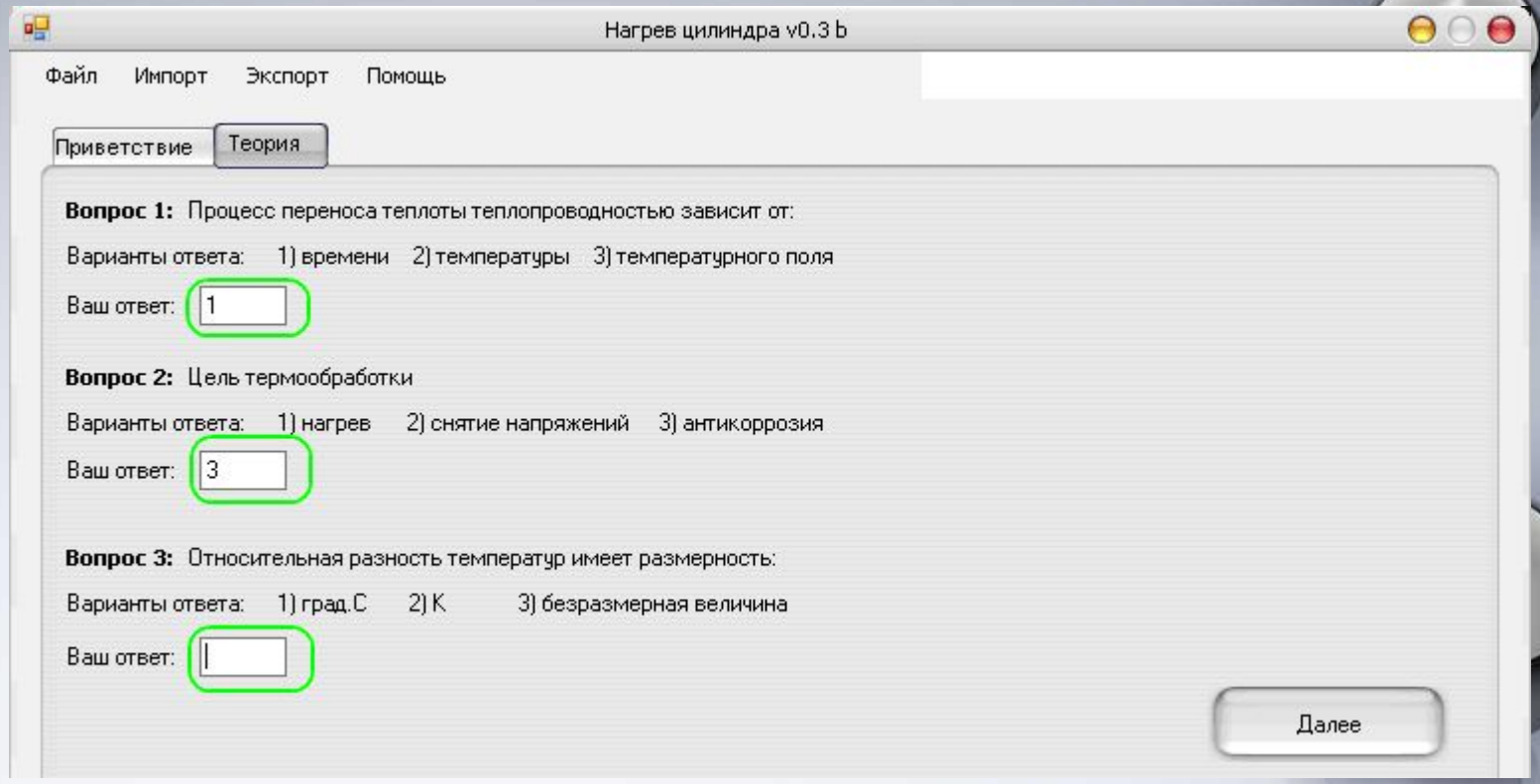
- **Проектируемое программное средство создано в среде MS Visual Studio 2005.NET на языке C#.**
- **C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, из них его синтаксис наиболее близок к C++ и Java. Язык имеет строгую статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов, указатели на функции-члены классов, атрибуты, события, свойства, исключения, комментарии в формате XML.**

«Нагрев цилиндра»: Установка



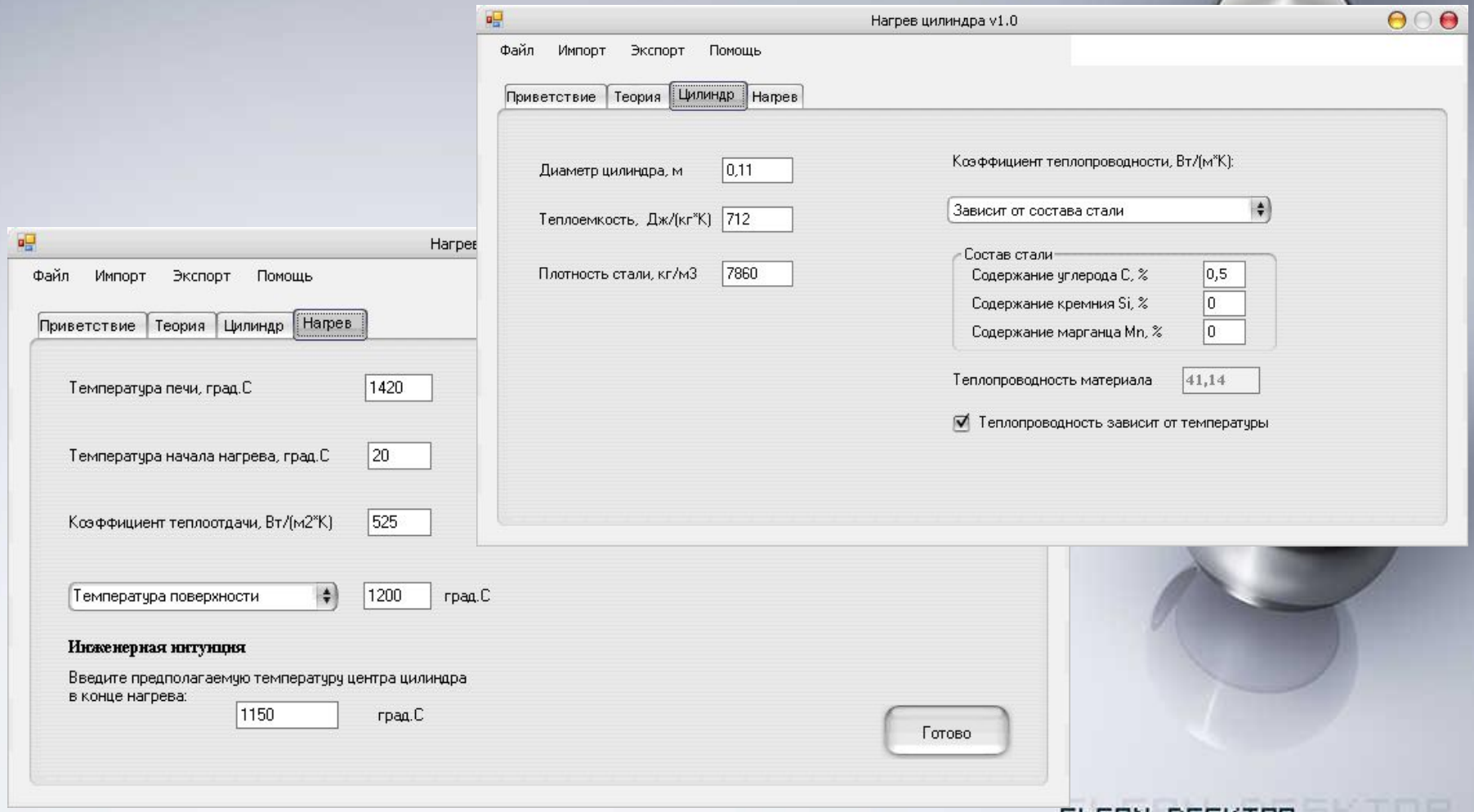
- Установка на компьютер производится с помощью инсталлятора – файла Cilindr_Setup.msi
- После запуска файла появится окно, в котором нужно указать полный путь к папке, куда следует установить файлы программы. По умолчанию файлы скопируются в папку C:\Program Files\Нагрев цилиндра.

«Нагрев цилиндра»: Теория



На теоретическом этапе вам будет предложено 3 вопроса из области теплофизики, связанные с тематикой программы: нагрев бесконечного цилиндра при регулярном режиме.

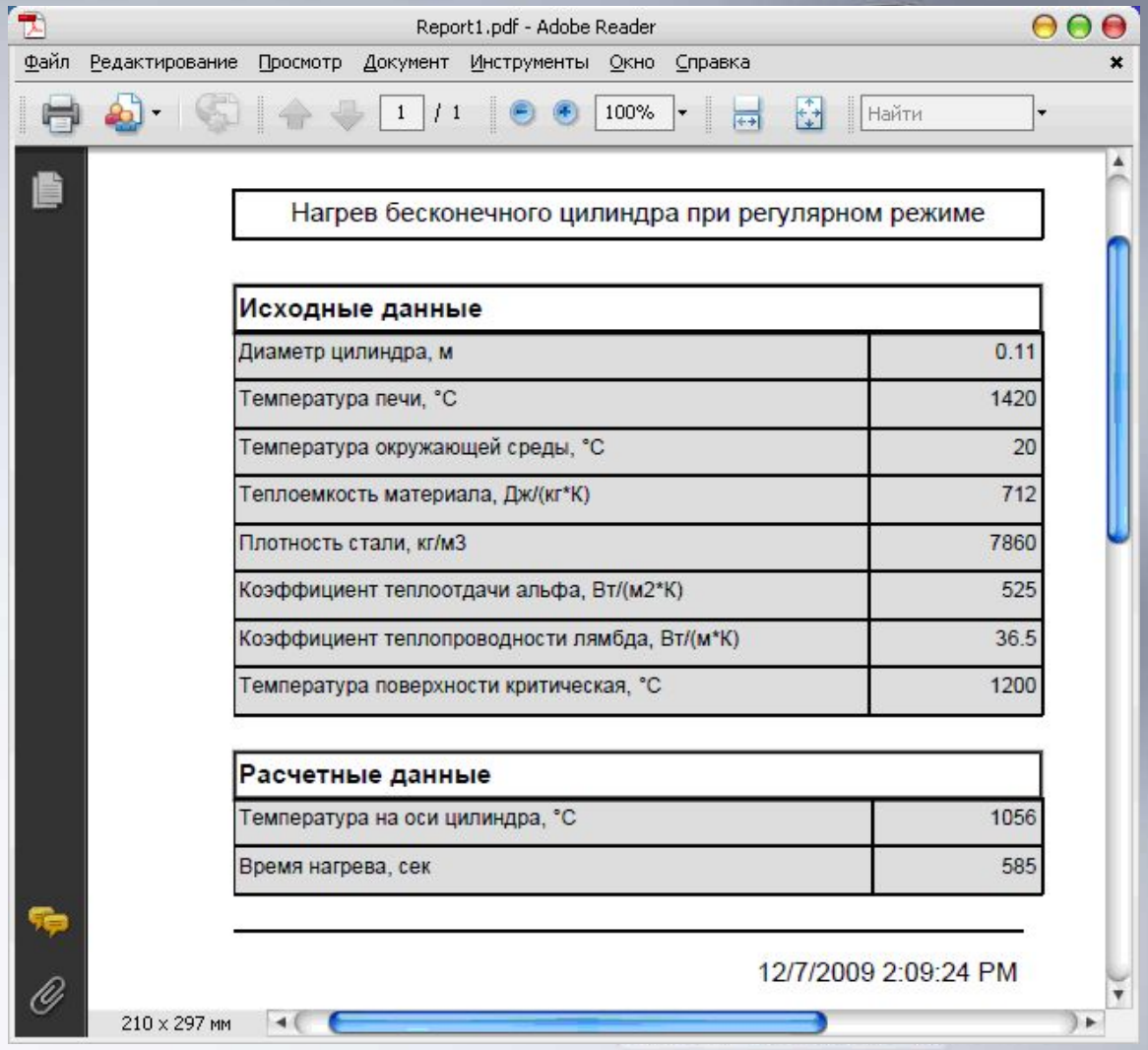
«Нагрев цилиндра»: Расчет



- Ввод исходных данных

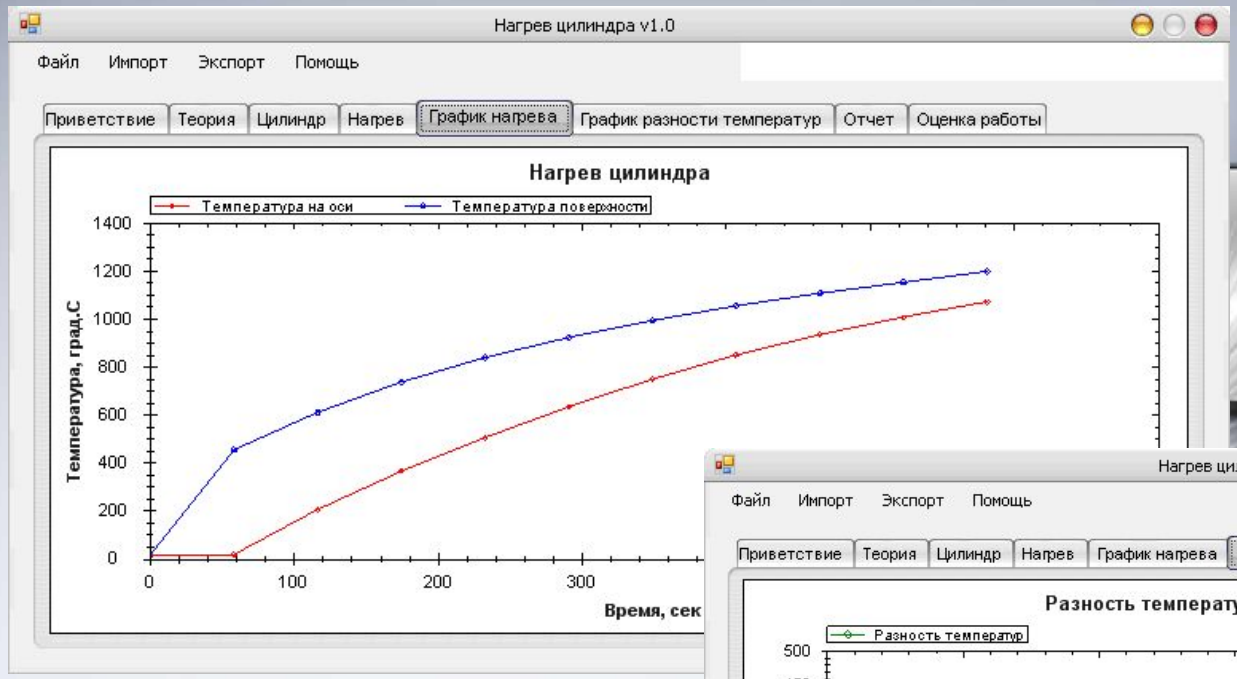
«Нагрев цилиндра»: Расчет

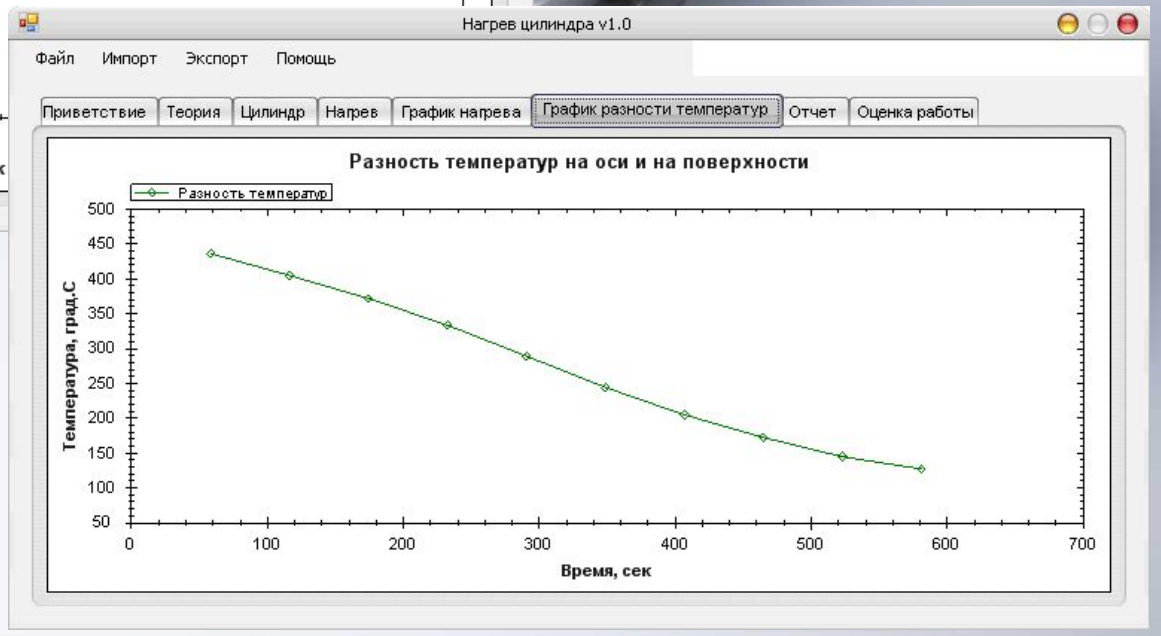
Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м*К)	30,03
Число подобия Био	0,9615
Коэффициент температуропроводности, м2/с	5,4E-06
Био-коэффициент P ц	0,7839
Био-коэффициент N ц	1,2002
Био-коэффициент μ ц 2	1,5297
Время нагрева T, секунд	581
Фурье Fo	1,031
Разн темп на оси θ с	0,162
Разн темп поверхн θ п	0,248
Температура на оси, º C	1072,8
Температура поверхности, º C	1200



- Результат

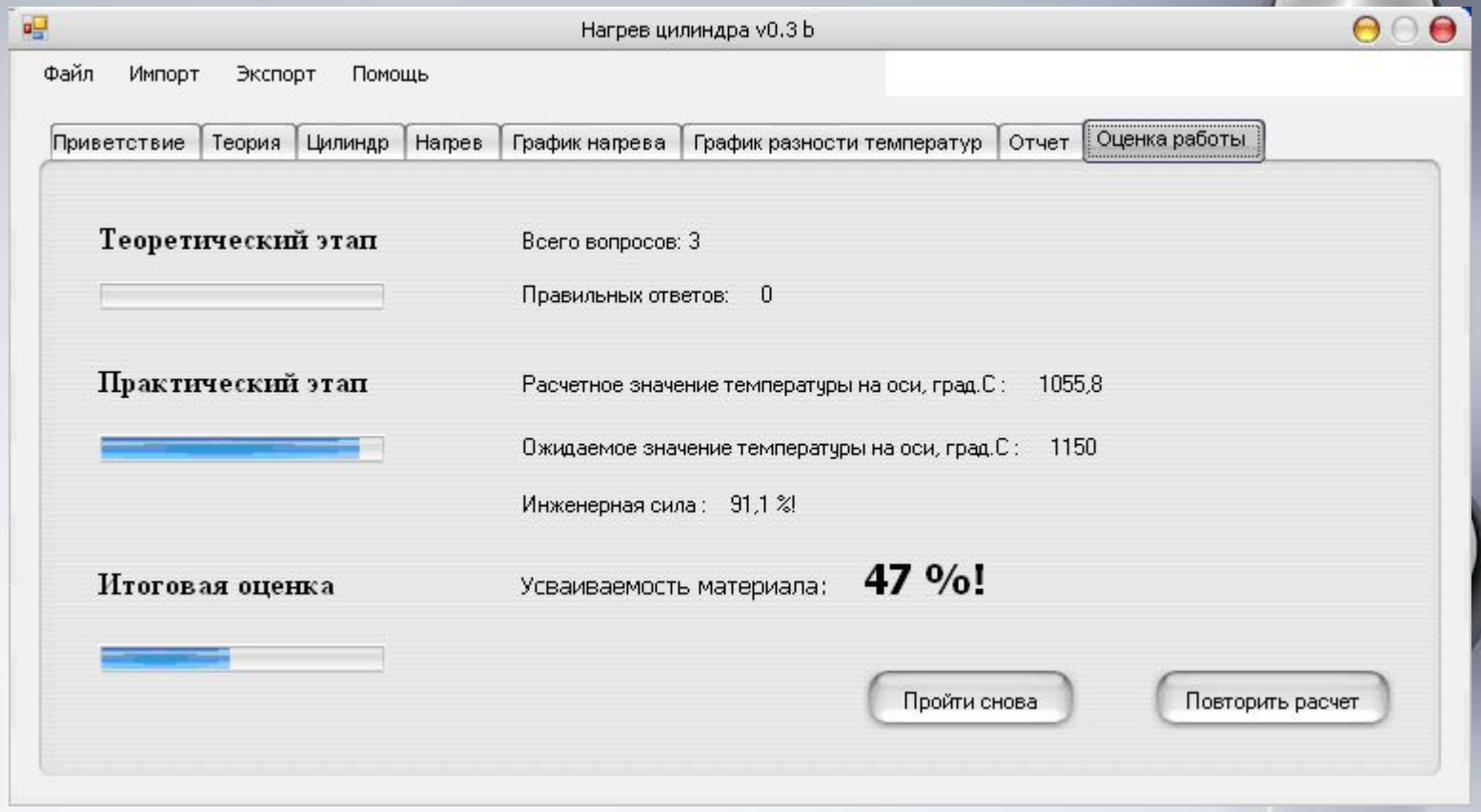
«Нагрев цилиндра»: Расчет





- Визуализация расчета

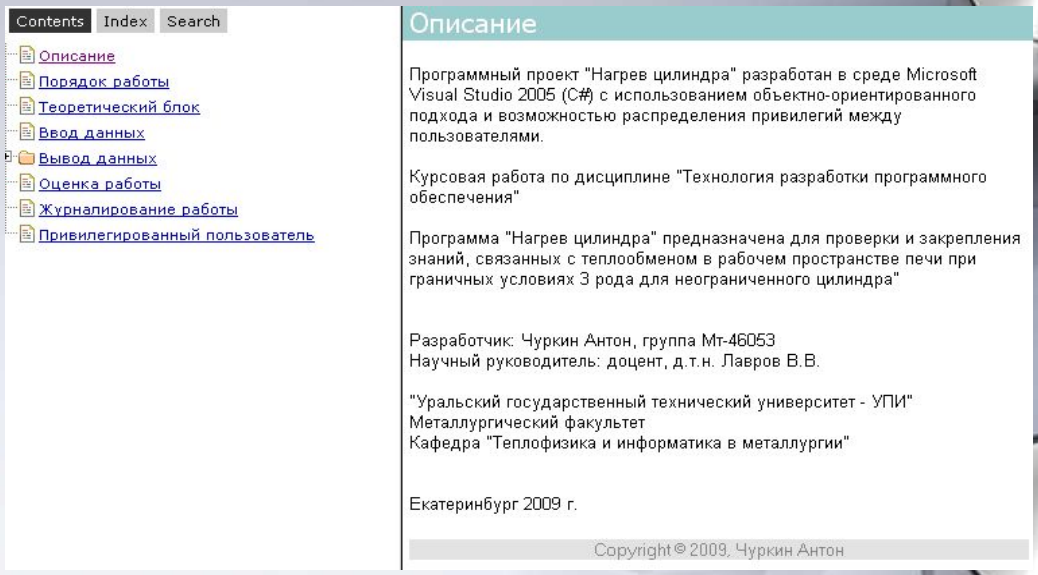
«Нагрев цилиндра»: Оценка



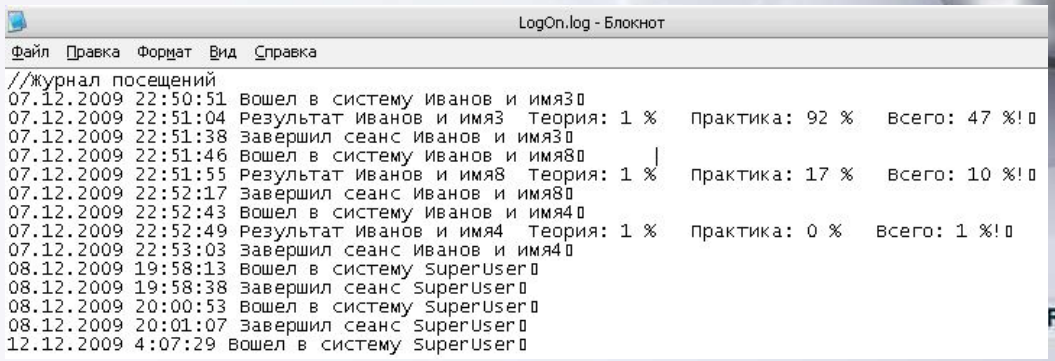
- Оценивание работы за 2 этапа

«Нагрев цилиндра»: Сервис

- Справка



- Журнал посещений

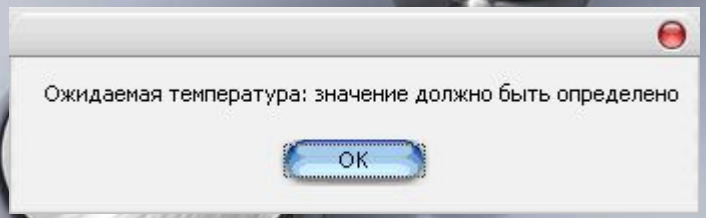


«Нагрев цилиндра»: Сервис

- **3 Уровня обработки исключений**

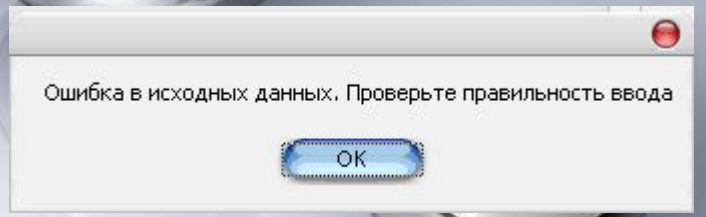
  - 1 Уровень

  Информативный характер с максимальной степенью быстродействия по выявлению ошибок



  - 2 Уровень

  Уровень блокирует процедуру расчета с выводом соответствующего сообщений, обеспечивая тем самым стабильность системы в целом в самый критический момент.



  - 3 Уровень

  Для данного этапа ведется журнал ошибок ErrorLog.log, где протоколируются ошибки и причины, вызвавшие их. Просмотр журнала возможен лишь привилегированным пользователем. Данный этап носит сервисный характер – он позволяет привилегированному пользователю разобраться с причиной появления исключительной ситуации.

CLEAN DESKTOP

«Нагрев цилиндра»: Особенности

- **применены методы ООП – создана структура классов, использован полиморфизм;**
- **разработан в составе программы модуль тестирования по теоретическим вопросам нестационарной теплопроводности;**
- **теплотехнический расчет нагрева бесконечного цилиндра при регулярном режиме;**
- **экспорт/импорт исходных данных в файле xml;**
- **возможность просмотра отчета с помощью ReportViewer'а и печати отчета;**
- **экспорт исходных и рассчитанных данных в популярные форматы: excel, word, pdf;**
- **визуализация данных с помощью графиков**
- **трехуровневая обработка исключительных ситуаций;**
- **ведение журналов: журнал посещений и журнал ошибок;**
- **распределение привилегий между пользователями.**

«Нагрев цилиндра»: Вывод

В результате разработки было создано программное обеспечение «Нагрев цилиндра», которое является учебным пособием для студентов, изучающих теплообменные процессы, и позволяющее решить задачу нестационарной теплопроводности бесконечного цилиндра при регулярном режиме.

В процессе проектирования и создания программного средства было создано следующее:

- **тестовый файл расчета и проверки методики расчета в Excel;**
- **функциональная модель программы;**
- **спецификации внешних функций;**
- **блок-схема проектируемой программы;**
- **архитектура программного обеспечения;**
- **программное средство для решения задачи нестационарной теплопроводности для бесконечного цилиндра;**
- **справочная система программы;**
- **установочный файл.**