



УДК: 621.95/96.04 (035)

МОДУЛЬ ОПИСАНИЯ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАЧ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

•••••

MODULE FOR DESCRIBING PROJECT TASKS IN TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION IN A SPECIALIZED PROGRAMMING LANGUAGE

Новиков Олег Александрович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры стандартизации,
сертификация и управление
качеством производства
нефтегазового оборудования,
РГУ нефти и газа (РИУ) имени И.М. Губкина;
ведущий научный сотрудник,
Институт машиноведения
имени А.А. Благонравова РАН
NovikTechnolog@Yandex.ru

Гололобов Денис Владимирович

старший преподаватель кафедры
стандартизация, сертификация
и управление качеством производства
нефтегазового оборудования»,
РГУ нефти и газа (РИУ) имени И.М. Губкина
dgololobov@mail.ru

Аннотация. В статье предлагается модульный подход к созданию системы комплексной автоматизации технологической подготовки машиностроительного производства. Модуль в системе – инструментальные средства, которые позволяют их пользователю (технологу технологического бюро в отделе главного технолога предприятия) самостоятельно (в режиме диалога) проводить описание частной технологической проектной задачи на специализированном языке программирования системы, создавать базы проектных задач для их запуска в технологическом редакторе системы. Результат запуска проектной задачи в работу – строка/строки технологической операции, соответствующие формату строк в технологическом документе. В статье приведен пример создания проектной задачи для формирования строки Р – описание режимов резания в технологическом процессе механической обработки.

Ключевые слова: система комплексной автоматизации технологической подготовки машиностроительного производства, модульный подход, модуль, инструментальные средства, технологическая проектная задача, базы проектных задач, технологический редактор системы.

Novikov Oleg Alexandrovich

Doctor of technical Sciences, Professor,
Professor of the Department
Standardization, certification
and quality management of production
of oil and gas equipment,
Gubkin Russian state University
of oil and gas (RIU);
Leading researcher,
A.A. Blagonravov Institute
of machine science
of the Russian Academy of Sciences
NovikTechnolog@Yandex.ru

Gololobov Dennis Vladimirovich

Senior lecturer of the Department
Standardization, certification
and quality management of production
of oil and gas equipment,
Gubkin Russian state University of oil and gas
(RIU)
dgololobov@mail.ru

Annotation. The article offers a modular approach to creating a system for complex automation of technological preparation of machine-building production. Module in the system – tools that allow the user (technologist of technological Bureau of the Department of the main technologist of the enterprise) on their own (in dialogue mode) for description private technological design tasks in a specialized programming language system to create a database design task to run in the process editor system. The result of starting the project task is the line/lines of the process operation that correspond to the format of the lines in the process document. The article provides an example of creating a design task for forming a string P-a description of cutting modes in the technological process of mechanical processing.

Keywords: system of complex automation of technological preparation of machine-building production, modular approach, module, tools, technological project task, databases of project tasks, technological editor of the system.

Введение

Производству любого изделия в машиностроении предшествует этап технической подготовки, который включает конструкторскую подготовку и технологическую подготовку производства (ТПП).

В настоящее время в техническую подготовку производства и производство машиностроительной продукции интенсивно внедряются информационные технологии, позволяющие существенно повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции. Необходимо отметить, что производительность труда в ТПП ниже, чем в конструкторской подготовке производства из-за отсутствия



в ТПП универсальной системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Причина отсутствия универсальной САПР ТП объясняется трудностями в создании универсального программного обеспечения (ПО) для решения задач проектирования ТП. Трудности в создании универсального ПО обусловлены различиями как в методах проектирования различных ТП (литье,ковка, штамповка, механическая обработка, сварка, химико-термическая и термическая обработка, сборка и т.п.), так и в подходах к созданию ПО для проектирования ТП.

Анализ затрат времени на проектирование ТП в ТПП показал, что наибольшие затраты времени приходятся на работы, связанные с проектированием ТП механической обработки, которые обусловлены как объемами работ, так и затратами времени на выбор необходимой для проектирования ТП информации.

В САПР ТП, применяемых на производстве, вся необходимая для проектирования ТП информация хранится в базах данных (БД) системы управления базами данных (СУБД). За сопровождение СУБД отвечает администратор сети предприятия, либо администратор САПР ТП в отделе главного технолога (ОГТ) предприятия. Заполнение БД для проектирования ТП осуществляется на основе информации, поступающей из технологических бюро (ТБ) ОГТ в формате, который принят для описания БД в СУБД. В итоге, вся необходимая для проектирования ТП информация структурирована. В связи с этим методика проектирования ТП на основе фрагментов исходных данных, выбираемых из БД, аналогична методике проектирования ТП на основе поиска информации в различной справочно-нормативной литературе. Выбор информации из БД позволяет существенно сократить затраты времени на проектирование ТП, но не обеспечивает автоматического формирования строк технологической операции, описание которых должно соответствовать общепринятому языку общения в рекомендуемом при оформлении технологической документации [1] формате.

Структура системы комплексной автоматизации проектирования технологических процессов, определение и назначение модуля системы

Для решения задачи автоматического формирования строк технологических операций при проектировании ТП предлагается применить модульный подход к созданию структуры Системы Комплексной Автоматизации Технологической (СКАТ) подготовки производства (рис. 1).

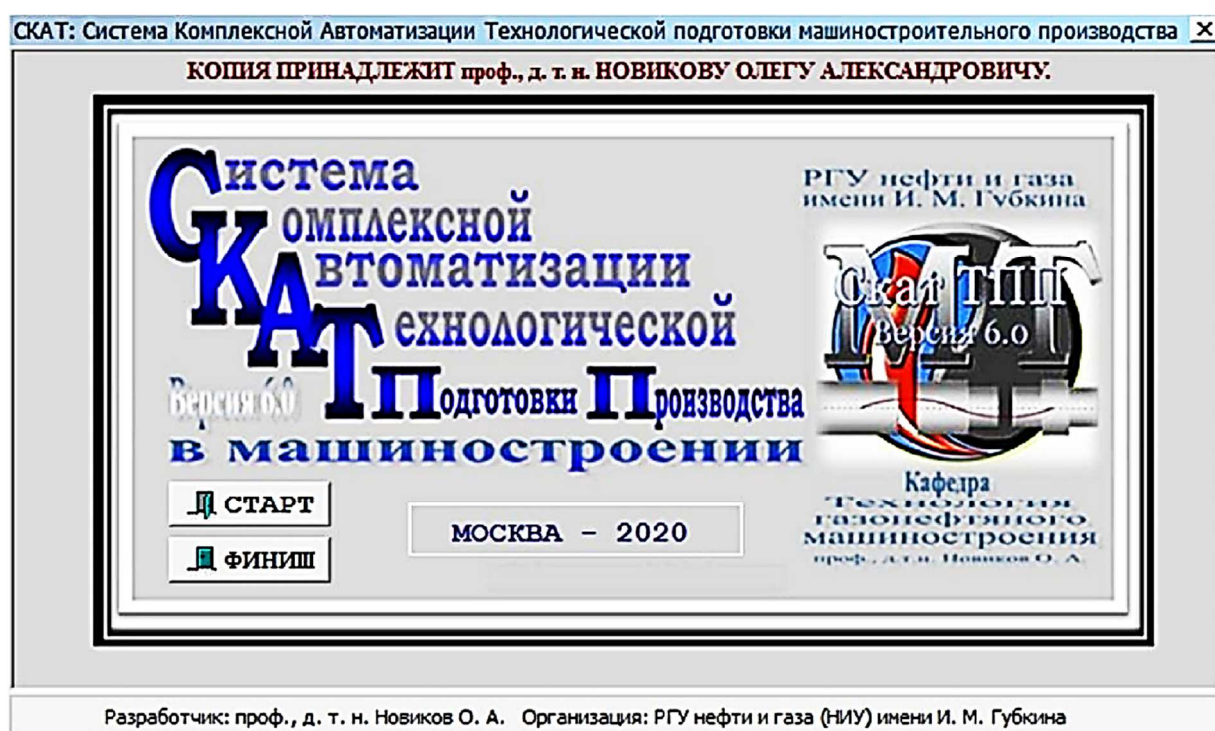


Рисунок 1 – Окно Системы Комплексной Автоматизации Технической (СКАТ) подготовке производства

На внешнем уровне описание СКАТ представляет много уровневую блочно – иерархическую структуру, на уровнях которой решаются следующие задачи:

- Первый уровень – адаптация системы к организационно – технической структуре ОГТ конкретного предприятия;
- Второй уровень – выполнение комплекса работ по созданию баз проектных задач, на основе модулей включенных в состав СКАТ, проектирования различных ТП, архивации и тиражированию результатов проектирования.



Модуль СКАТ – функционально законченный программный продукт, ориентированный на решение множества технологических проектных задач одного класса, выполняемых как в автономном режиме работы, так и в составе СКАТ, ПО которого позволяет:

- проводить адаптацию модуля к выполнению работ в организационной структуре ОГТ предприятия;
- технологу ТБ ОГТ предприятия (далее пользователю) с помощью инструментальных средств (ИС) модуля на основании информации, представленной в справочно-нормативной литературе, в режиме диалога с ИС проводить формализованное описание частных проектных задач, которые технолог решает при проектировании ТП;
- результаты формализованного описания частной проектной задачи, по мере выполнения диалога пользователя с ИС, автоматически трансформировать в операторы специализированного языка программирования;
- программу на специализированном языке программирования [6], результат работы которой при проектировании ТП представляет строку описания элемента технологической операции на общепринятом языке общения в формате, соответствующем требованиям оформления технологической документации [1], автоматически записывать в базы проектных задач ОГТ предприятия.

В создании различных программных продуктов для формализованного описания применяется принцип декомпозиции в описании объектов [2]. В соответствии с принципом декомпозиции в формализованном описании объектов выделяются внешний, концептуальный и внутренний уровни. Очевидно, что и при создании модулей целесообразно применять принципы и подходы, которые апробированы при создании различных программных продуктов в предыдущих версиях СКАТ [3–6].

Инструментальные средства модуля описания проектных задач на специализированном языке программирования СКАТ

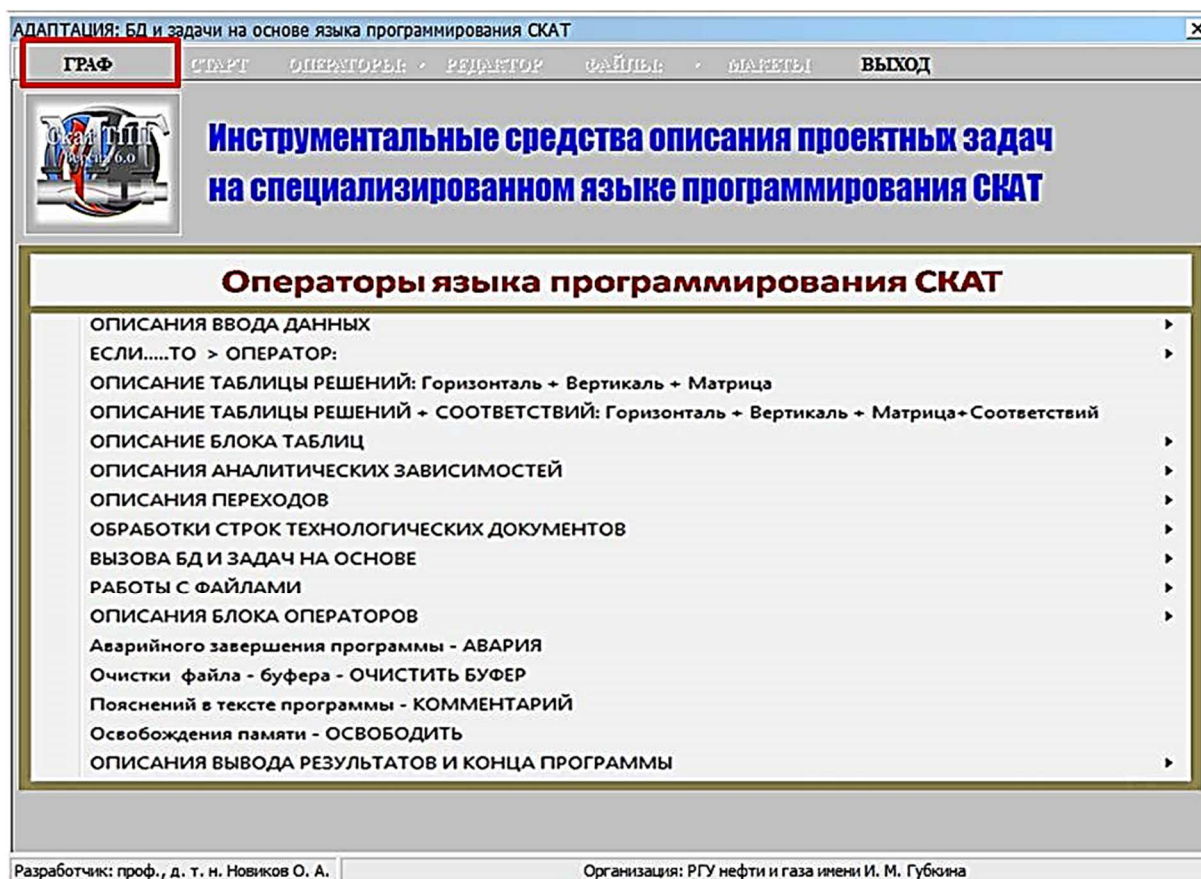


Рисунок 2 – Вход в модуль описания проектных задач на специализированном языке программирования СКАТ

Положительный опыт применения СКАТ предыдущих версий для проектирования ТП на этапе ТПП различных машиностроительных предприятий стал основанием для создания в СКАТ модуля (рис. 2) описания проектных задач на специализированном языке программирования [6].



Цель создания модуля – повышение производительности работ на этапе ТПП за счет разработки для каждого оператора специализированного языка программирования СКАТ [6] таких ИС, которые позволят любому технологю ТБ ОГТ предприятия создавать в режиме диалога проектные задачи для формирования отдельной технологической операции в ТП, содержащей множество строк заданного формата [1] в операции.

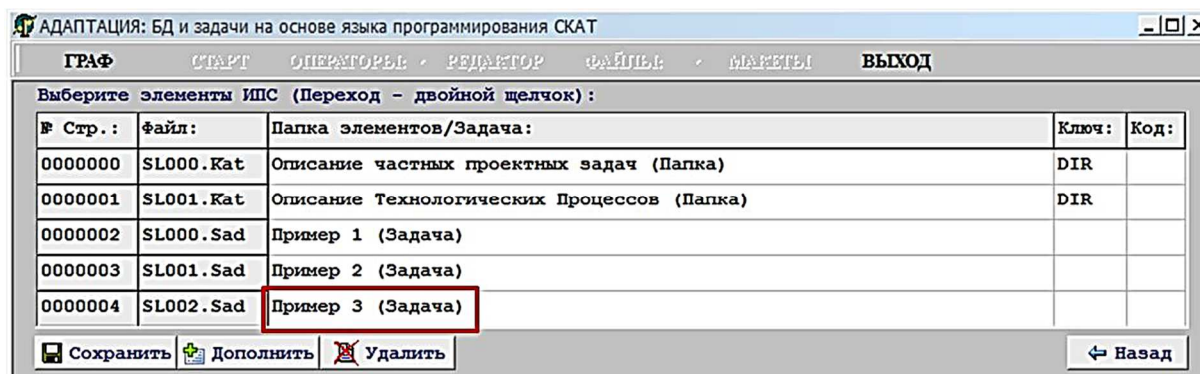


Рисунок 3 – Выбор элемента в ИПС СКАТ

Выбор в строчном меню экранной сцены (рис. 2) раздела «Граф» открывает экранную сцену (рис. 3) ИПС модуля. Работа с ИС ИПС позволяет пользователю модуля:

- выбрать элементарный путь (двойной «клик») в строке таблицы к проектной задаче –(Папка) или имя проектной задачи –(Задача);
- дополнить пустую строку в таблицу (кнопка «Дополнить»), заполнить пустые поля в строке с названием «Папка элементов/задача:» и названием «Ключ» – «DIR» – для папки, «Пусто» – для задачи;
- записать новую папку/задачу в ИПС – кнопка «Сохранить»;
- исключить папку/задачу из ИПС – кнопка «Удалить».

Пример описания проектной задачи инструментальными средствами модуля

Цель примера описания проектной задачи – показать методику выполнения работы с ИС модуля при решении задач автоматизированного формирования строк технологической операции, формат которых соответствует требованиям оформления технологической документации [1].

Выбор в ИПС названия проектной задачи (рис. 3) – «Пример 3 (Задача)» позволяет перейти, если проектная задача не описана, к формализованному описанию проектной задачи на основании операторов специализированного языка программирования СКАТ. В падающем меню (рис. 4) раздела строчного меню «ОПЕРАТОРЫ» приведён перечень блоков операторов (отмечены символом ►) и операторов специализированного языка программирования СКАТ. Описание каждого оператора языка проводится в режиме диалога с пользователем под управлением соответствующих оператору ИС на основе упорядоченного множества экранных сцен.

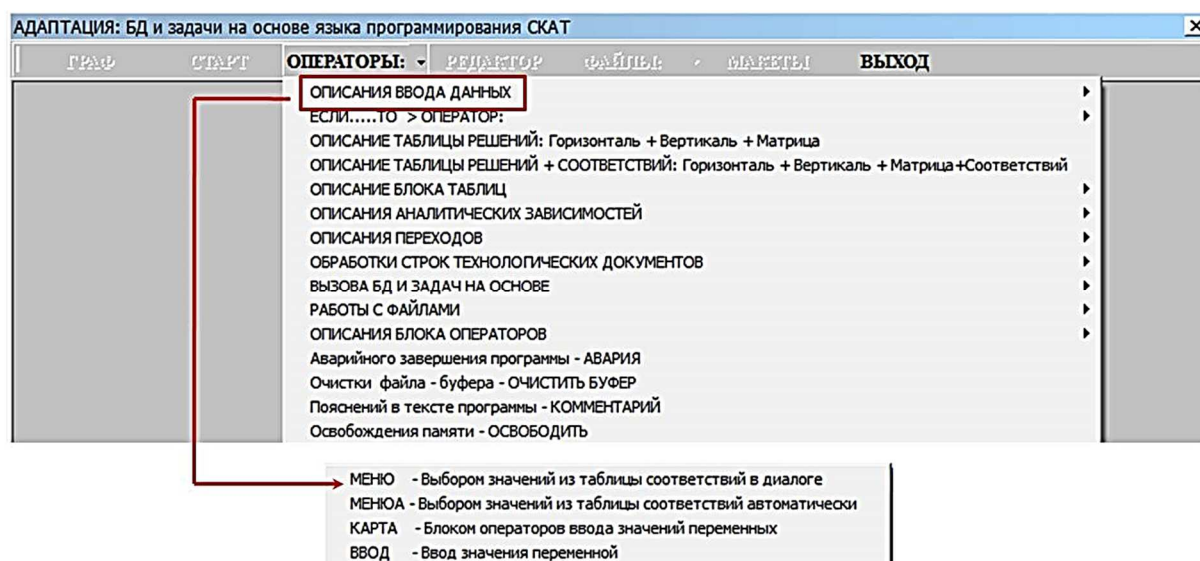


Рисунок 4 – Опеаторы специализированного языка СКАТ



В структурном плане программа на любом языке программирования включает следующие разделы: описание исходных данных, решение стоящей проектной задачи и вывод результатов решения проектной задачи.

Для описания исходных данных в специализированном языке программирования СКАТ создан блок операторов «Описание ввода данных» (рисунок 4), в состав которого включены 4 оператора. Исходные данные в операторах блока формируются на основе таблиц соответствий, которые заполняются в диалоге с пользователем модуля (операторы МЕНЮ, КАРТА, ВВОД), либо автоматически в процессе решения проектной задачи (операторы МЕНЮА). При описании проектных задач формирования строк операций в ТП применяется оператор МЕНЮ (рис. 5).

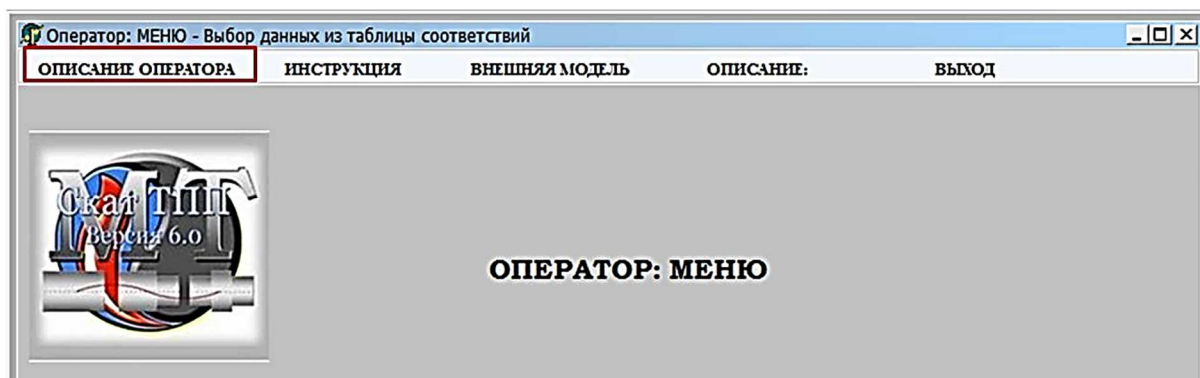


Рисунок 5 – Переход к описанию оператора МЕНЮ на специализированном языке СКАТ

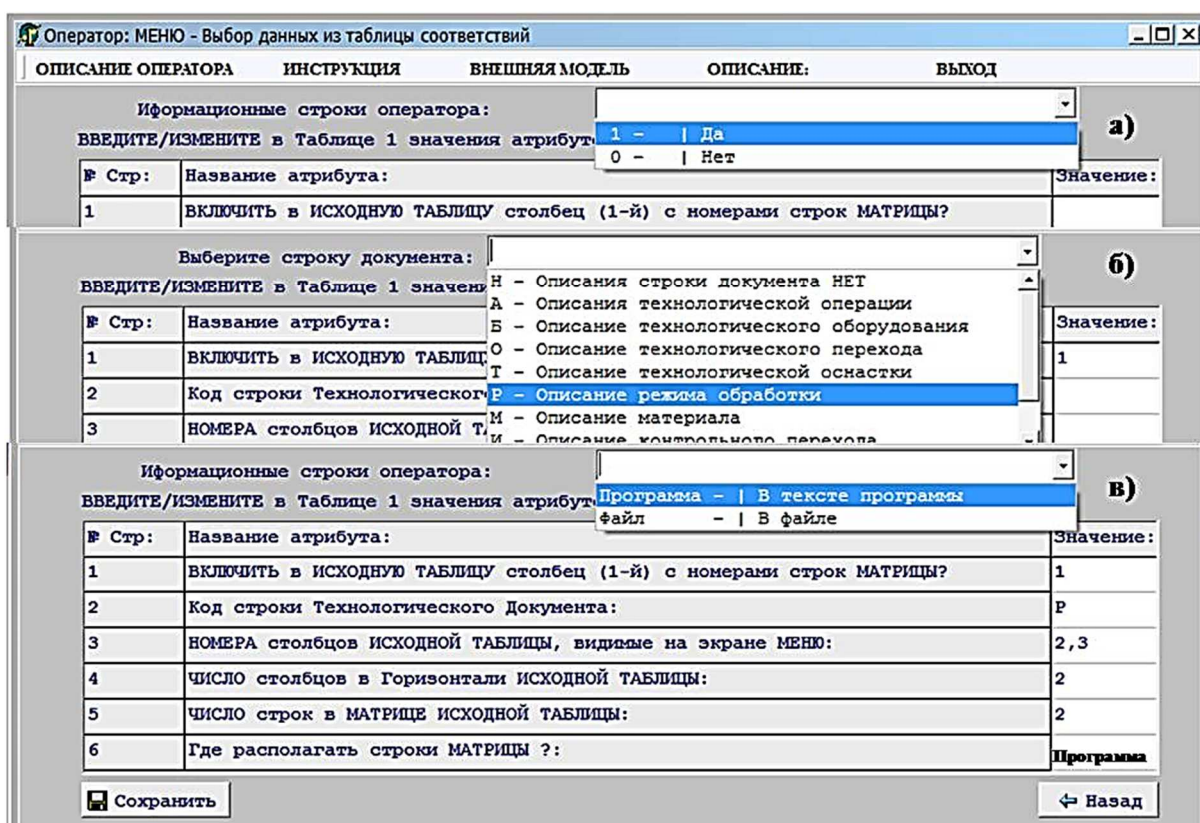


Рисунок 6 – Описание атрибутов оператора МЕНЮ на специализированном языке СКАТ

Вход в раздел строчного меню «ОПИСАНИЕ ОПЕРАТОРА» (рис. 5) позволяет ИС модуля сформировать экранную сцену для описания оператора МЕНЮ. Экранная сцена включает таблицу с пустыми строками столбца «Значение», кнопки «Сохранить» и «Назад» (рис. 6в).

Пустые строки столбца «Значение» в таблице заполняются пользователем на основании:

- Строка 1 – выбора значений из падающего меню рисунок 6а;
- Строка 2 – выбора значений из падающего меню рисунок 6б;
- Строка 6 – выбора значений из падающего меню рисунок 6в;
- Строки 3, 4, 5 – ввода значений с клавиатуры компьютера.

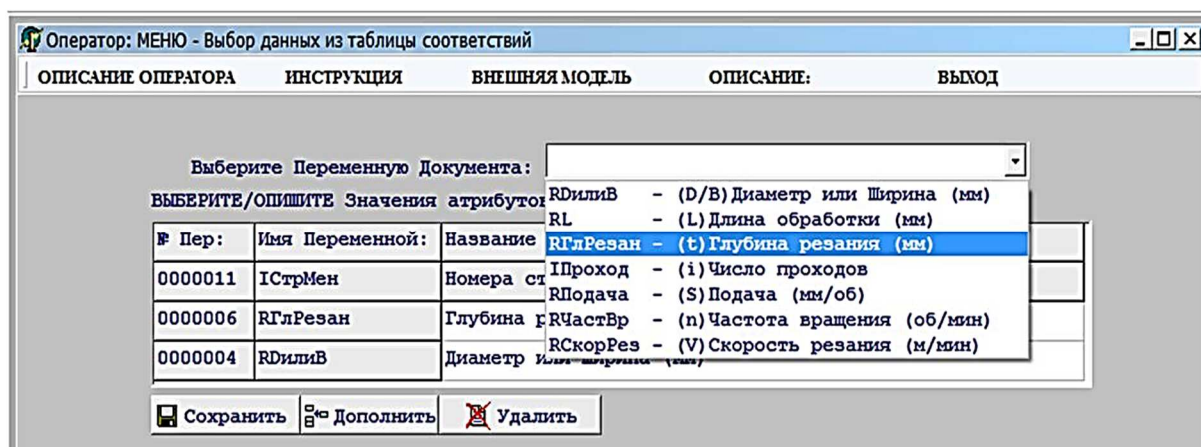


Рисунок 7 – Выбор переменных для описания строки в операции технологического документа

Активация кнопки «Назад» позволяет осуществить переход к предыдущей экранной сцене (рис. 5), а кнопки «Сохранить» – к следующей экранной сцене (рис. 7) описания оператора МЕНЮ, которая включает таблицу, сформированную на основании информации полученной из заполненной таблицы в предыдущей экранной сцене (рис. 6).

Первая строка таблицы в сформированной экранной сцене заполняется автоматически, а следующие строки таблицы – пользователем модуля путем выбора из падающего меню строки (рис. 7) с именем переменной. Имена переменных в строках падающего меню фиксированы, а их обозначения и названия соответствуют той строке в технологическом документе, которая формируется в проектной задаче, на основании кода строки представленного в строке 2 таблицы (рис. 6в) предыдущей экранной сцены.

Разработчиками модуля созданы ИС («Генератор строк и документов»), которые позволили им сформировать как состав строк (падающее меню рис. 6б в предыдущей экранной сцене), так и их структуры (падающее меню – рис. 7) в операциях технологических документов на основании требований [1], предъявляемых к технологической документации.

Активация кнопки «Сохранить» позволяет осуществить переход к следующей экранной сцене (рис. 8) описания оператора МЕНЮ, которая включает таблицу, сформированную на основании информации полученной из заполненной таблицы (рис. 7) в предыдущей экранной сцене.



Рисунок 8 – Ввод значений переменных для описания строки в операции технологического документа

Экранная сцена (рис. 8) включает строку ввода с текстом – ВЫБЕРИТЕ значение: и таблицу строки, в столбцах которой заполнены значениями. Пользователю ИС необходимо:

- Выбрать имя переменной, по значению которой будет осуществляться поиск информации – «Клик» в поле первой строки под именем переменной. Выбранное имя переменной автоматически будет перенесено в конец текста строки ввода.
- Заполнить пустые поля таблицы значениями, соответствующими именам переменных таблицы.

Функции кнопок экранной сцены (рис. 8) определяются их названиями.

Активация кнопки «Сохранить» позволяет перейти к следующей экранной сцене, в которой представлен текст проектной задачи на специализированном языке программирования СКАТ (рис. 9).

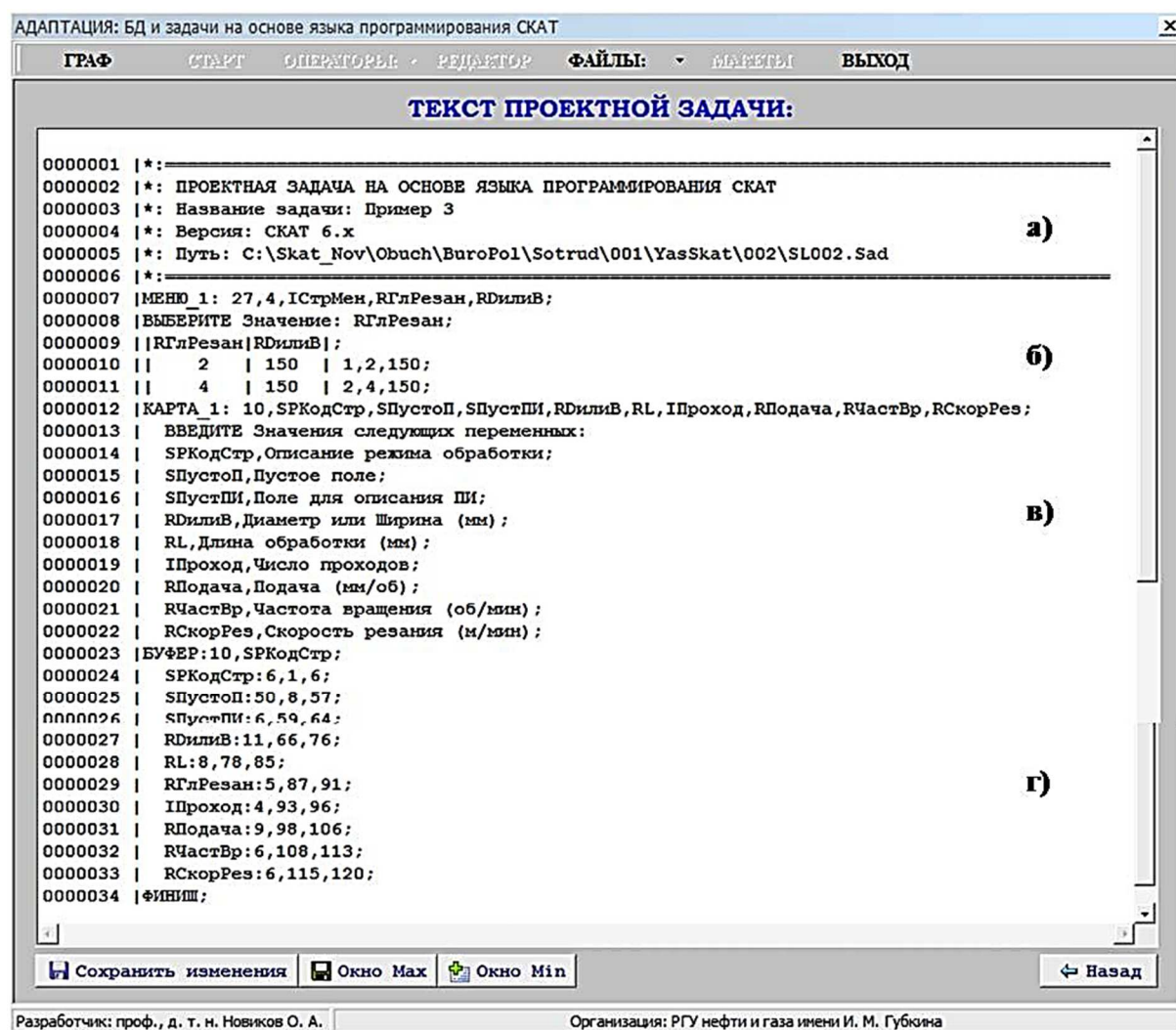


Рисунок 9 – Текст проектной задачи

Текст проектной задачи включает следующие разделы:

- а – Характеристики текста проектной задачи;
- б – Блок описания оператора МЕНЮ. Формируется пользователем ИС описания оператора на основе экранных сцен (рис. 6, 7, 8). Блок оператора включает:
 - Управляющую строку, в состав которой входит: имя оператора блока, количество информационных строк и множество имен переменных в операторе;
 - Множество информационных строк. В первой строке множества описана информация пользователю для выбора строки из падающего меню, которое формируется при старте проектной задачи на основании информации, представленной в следующих информационных строках оператора.
- в – Блок описания оператора КАРТА. Формируется автоматически. Блок оператора включает:
 - Управляющую строку, в состав которой входит: имя оператора блока, количество информационных строк и множество имен переменных в операторе;
 - Множество информационных строк. В первой строке множества описана информация пользователю для ввода значений переменных в таблицу, которая создается при старте проектной задачи на основании информации, представленной в следующих информационных строках оператора.
- г – Блок описания оператора БУФЕР. Формируется автоматически.

Блок оператора включает:

- Управляющую строку, в состав которой входит: имя оператора блока, количество информационных строк и имя переменной в операторе, значение которой соответствует коду строки в технологическом документе [1];
- Множество информационных строк. В первой строке множества описана информация пользователю для ввода значений переменных в таблицу, которая создается при старте проектной задачи на основании информации, представленной в следующих информационных строках оператора.

Функции кнопок экранной сцены (рис. 9) определяются их названиями. Пользователь ИС имеет возможность проводить изменения в тексте проектной задачи. При активации кнопки «Сохранить



изменения» формируется файл проектной задачи, который записывается в базу проектных задач модуля и осуществляется переход к следующей экранной сцене.

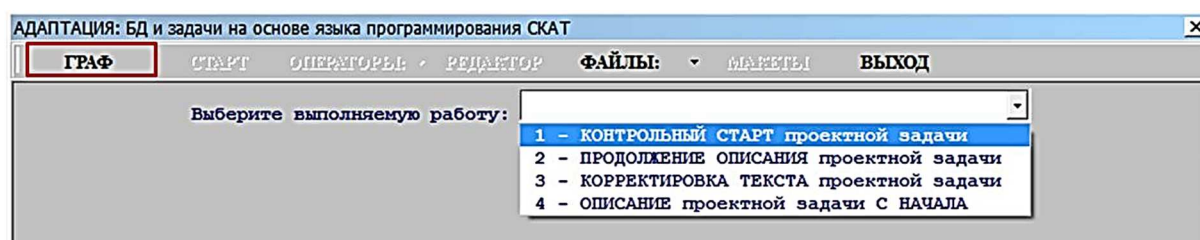


Рисунок 10 – Выбор выполняемой работы с проектной задачей в СКАТ

В падающем меню экранной сцены пользователь может выбрать и запустить в работу инструментальные средства модуля (рис. 10) для решения следующих задач:

1. КОНТРОЛЬНЫЙ СТАРТ проектной задачи – проверка правильности работы операторов в проектной задаче;
2. ПРОДОЛЖЕНИЕ ОПИСАНИЯ проектной задачи – удаление из текста проектной задачи оператора «ФИНИШ» и продолжение её описания путем дополнения операторов специализированного языка программирования в конец текста программы;
3. КОРРЕКТИРОВКА ТЕКСТА проектной задачи – удаление или дополнение в программу операторов специализированного языка программирования;
4. ОПИСАНИЕ проектной задачи СНАЧАЛА – удаление из текста всех операторов для описания в существующем файле новой проектной задачи.

Выбор из падающего меню (рис. 10–1 КОНТРОЛЬНЫЙ СТАРТ проектной задачи) позволяет сформировать экранную сцену (рис. 11) запуска в работу созданной проектной задачи для формирования строки описания режимов обработки.

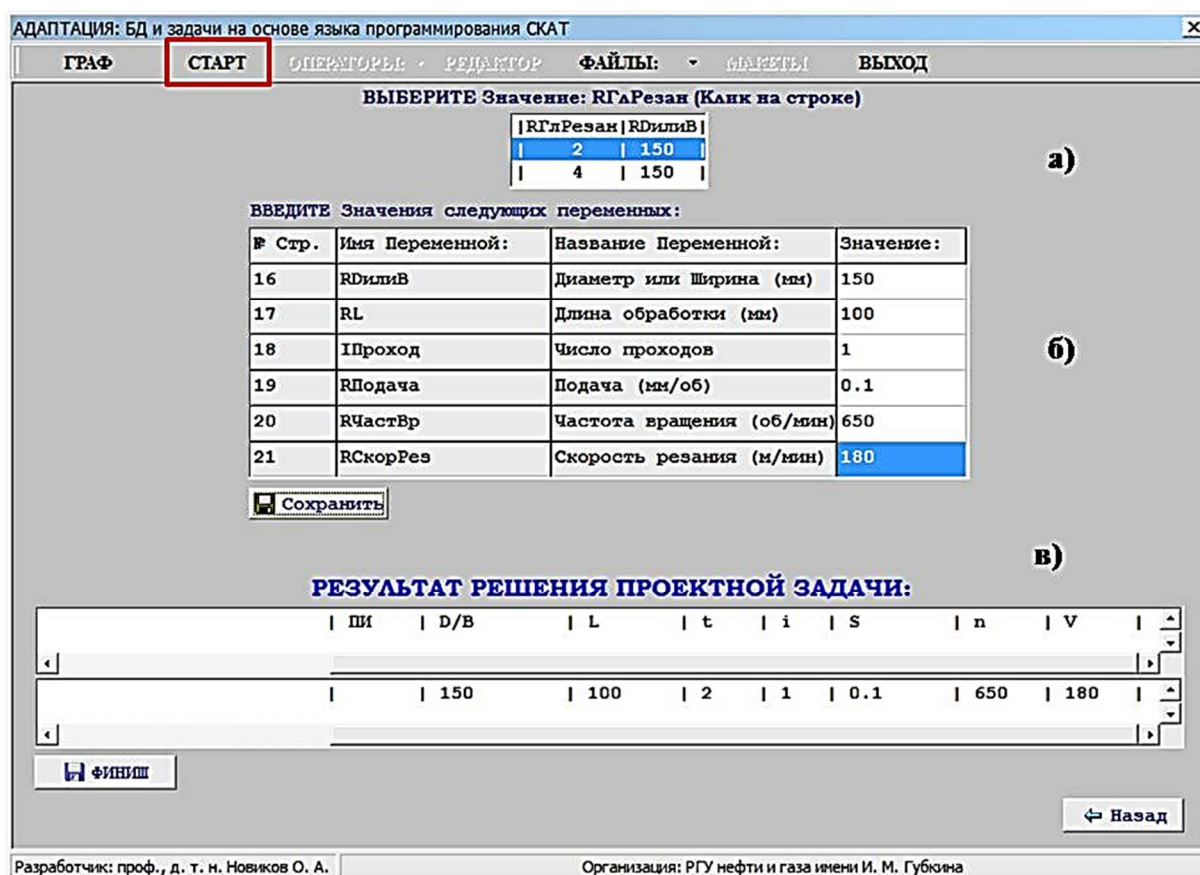


Рисунок 11 – Контрольный старт проектной задачи

При входе в раздел «СТАРТ» ИС описания оператора МЕНЮ формируют падающее меню, которое содержит видимые столбцы (табл. 11а) значений переменных из таблицы оператора.



Выбор строки из падающего меню («Клик на строке») позволяет присвоить значения из строки таблицы всем переменным оператора, имена которых включены в первую строку (Горизонталь) таблицы и перейти к вводу значений переменных оператора КАРТА (рис. 11б).

В таблицу (рис. 11б) включены те переменные, имена которых не заданы в предыдущем операторе проектной задачи. Активация кнопки «Сохранить» позволяет:

- Присвоить значения переменных (столбец 2 таблицы), имена которых приведены в таблице (столбец 2);
 - Представить результат решения проектной задачи [1] (рис. 11в):
 - строкой, поля в которой включают обозначения переменных;
 - строкой, поля в которой включают значения переменных;
- Активация кнопки «Финиш» позволяет окончить работу с модулем, а кнопки «Назад» – перейти к предыдущей экранной сцене (рис. 10).

Выводы

1. СКАТ лояльна к пользователю, так как включает модули, ИС которых позволяют технологам ТБ ОГТ самостоятельно создавать базы проектных задач описания конкретных технологических задач, результат решения которых – строка на общепринятом языке общения в формате принятом при оформлении технологической документации.

2. Участие сотрудников ТБ ОГТ в создании баз проектных задач системы позволяет существенно сократить сроки адаптации СКАТ на выполнение проектных работ.

3. Проектирование ТП выполняется в технологическом редакторе системы на основе запуска в работу соответствующей проектной задачи из базы проектной задачи, что позволяет значительно сократить затраты времени на проектирование ТП. Повышение производительности работ при проектировании ТП объясняется тем, что время на проектирование ТП затрачивается только на выбор проектной задачи из базы проектных задач, ввод исходных данных при старте проектной задачи и корректировку результатов в технологическом редакторе СКАТ.

Литература

1. Виноградская И.В. Единая система технологической подготовки производства // Государственный комитет по стандартам. – М., 1984. – 131 с.
2. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных / пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 344 с.
3. Новиков О.А., Тянтов А.Я., Базанов А.В. [и др.]. Система комплексной автоматизации технологии «СКАТ». Описание информационно-поисковой системы : методическое пособие. – М. : ГАНГ им. И.М. Губкина, 1996. – 119 с.
4. Новиков О.А., Комаров Ю.Ю., Байбаков С.В. Автоматизация проектных работ в технологической подготовке машиностроительного производства. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 260 с. – ISBN 978-5-7035-1893-9
5. Проектирование технологий машиностроения на ЭВМ : учебник для вузов / О.В. Таратынов, Б.М. Базров, В.В. Клепиков [и др.]; под ред. О.В. Таратынова. – М. : МГГИУ, 2006. – 519 с. – ISBN 5-276-00877-9
6. Новиков О.А. Основы автоматизированного проектирования : учебно-методическое пособие. – М. : Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 57 с.

References

1. Vinogradskaya I.V. Unified system of technological preparation of production // State committee for standards. – M., 1984. – 131 p.
2. Cikritzis D., Lohovski F. Data Models / per. engl. – M. : Finance and Statistics, 1985. – 344 p.
3. Novikov O.A., Tianty A.Ya. Bazanova A.B. [et al.]. System of complex automation of «SCAT» technology. Description of the information retrieval system : a methodical manual. – M. : GANG im. I.M. Gubkin GANG, 1996. – 119 p.
4. Novikov O.A., Komarov Yu.Yu., Baibakov S.V. Automation of design works in technological preparation of machine-building production. – M. : MAI Publishing House, 2007. – 260 p. – ISBN 978-5-7035-1893-9
5. Engineering Technologies Design on Computer : a textbook for HEIs / O.V. Taratynov, B.M. Bazrov, V.V. Klepikov [et al.]; under edition of O.V. Taratynov. – M. : MGGIU, 2006. – 519 p. – ISBN 5-276-00877-9
6. Novikov O.A. Basics of CAD design : educational and methodical manual. – M. : Publishing center of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NIU), 2016. – 57 p.