

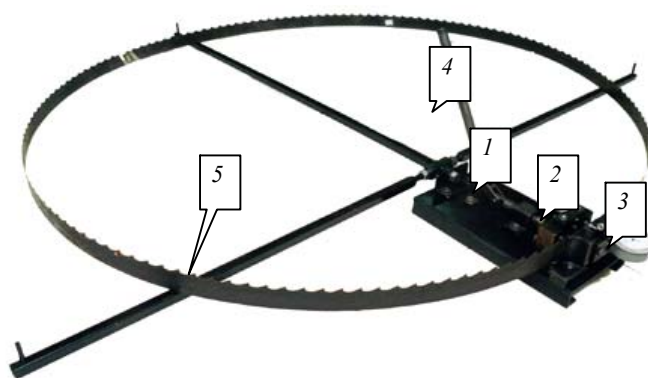


Рис. 3. Вид разводного устройства

Список литературы

1. Настенко, А. А. Подготовка ленточных пил / А. А. Настенко. – М. : Лесная пром-сть, 1989. – 152 с.
2. Салангин, В. Г. Совершенствование технологии изготовления сварных ленточных пил / В. Г. Салангин, О. В. Шайдуллин // Сварка Урала – 2001 : материалы 20-й науч.-техн. конф. сварщиков Урала (27 февр. – 2 марта 2001 г.), Нижний Тагил. – С. 93–95.

УДК 621.001.2:658.512.2.011.56

А. Г. Бажин, старший преподаватель;

М. С. Третьякова, аспирант

Ижевский государственный технический университет

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ

Обосновывается необходимость автоматизированной оценки технологичности конструкции детали. Описывается структура, особенности программной реализации и пользовательского интерфейса разработанного авторами инструмента автоматизации. Приводится пример результатов как качественной, так и количественной оценки технологичности.

Введение

В настоящее время САПР находит широкое применение на всех этапах подготовки производства, включая проектирование изделия. Представленное в статье средство автоматизации оценки технологичности позволяет повысить производительность труда как на этапе разработки изделия, так и при его производстве.

Среди существующих программных продуктов можно выделить программы, нацеленные на решение отдельных задач, а именно тех этапов, которые перегружены математическими вычислениями, и программы, реализующие целый комплекс проектных задач. Называть первую группу программных продуктов системами автоматизированного проектирования было бы преувеличением, поскольку они не решают задачу проектирования в системном смысле. Однако они заслуженно нахо-

дят достаточно широкое применение в инженерной практике и способствуют созданию изделий, соответствующих современному уровню развития науки и техники [12].

Именно к первому типу программ можно отнести подсистему автоматизированной оценки технологичности конструкции деталей (ПСАО ТКД).

ПСАО ТКД может эффективно функционировать как самостоятельный программный модуль для решения отдельной задачи при отработке изделия на технологичность, т. е. качественной (предварительной) и количественной оценки производственной ТКД. Однако он также может быть использован и в составе САПР какого-либо изделия.

Необходимость разработки ПСАО ТКД

Обеспечение технологичности деталей, изготавливаемых механической обработкой, является достаточно сложной задачей и часто вызывает серьезные затруднения ввиду того, что в существующих стандартах и нормативных справочниках в основном представлена информация для успешного решения задачи оценки технологичности сборочных единиц/узлов/подузлов. С данной проблемой сталкиваются как на производстве, так и в учебном процессе кафедры «Технология роботизированного производства» ИжГТУ.

К основным причинам такого положения можно отнести:

- отсутствие систематизированной по отраслям технико-экономической информационной базы;
- невозможность реализации в достаточно полном объеме существующих методик отработки на технологичность [3, 6, 8, 10, 11] в условиях дефицита информации, в частности, например, по уровню базовых показателей технологичности;
- отсутствие системного подхода и фрагментарность справочных данных в изданных справочниках и пособиях.

Поэтому возникает необходимость в таком инструменте, который бы не только сокращал трудоемкость посредством автоматизации математических расчетов, но и содержал бы упорядоченную методику проведения оценки, максимальный объем данных, требуемых для расчетов, и являлся бы наглядным пособием для студентов и начинающих проектировщиков.

Кроме того, оценка технологичности конструкции детали важна, поскольку в целом оценка технологичности конструкции составного изделия выполняется с учетом технологичности входящих в изделие деталей.

Также стоит отметить, что перед передачей данных об объекте на последующий этап проектирования необходимо осуществить проверку их технологичности, т. е. оценить спроектированную деталь/узел/сборочную единицу на технологичность. ПСАО ТКД позволяет автоматизировать, а следовательно, и ускорить процесс оценки технологичности некоторых этапов конструирования, результатом проектирования которых являются детали, в дальнейшем получаемые механической обработкой. Таким образом, можно повысить качество проектирования изделия на ранних этапах и предотвратить передачу нетехнологичных конструкций на последующие этапы.

Общая структура программного модуля ПСАО ТКД

Приоритетная задача процесса автоматизированного проектирования – обеспечение его гибкости и управляемости. Это в значительной степени влияет на внутреннюю структуру САПР, организацию ее работы и управление данными.

Структурно (рис. 1) программный модуль ПСАО ТКД разбит на два независимых, но, при необходимости, взаимосвязанных модуля, отвечающих за качествен-

ную оценку технологичности, обычно проводимую на первом (предварительном) этапе отработки конструкции детали на технологичность, и количественную, дающую более точные количественные показатели. Модульный принцип построения ПСАО ТКД позволяет сравнительно просто наращивать ее и дополнять новыми возможностями.

Также предлагаемая подсистема включает ряд баз данных, используемых при необходимости обоими модулями. Посредством корректировки баз данных возможна настройка подсистемы на конкретные условия производства.

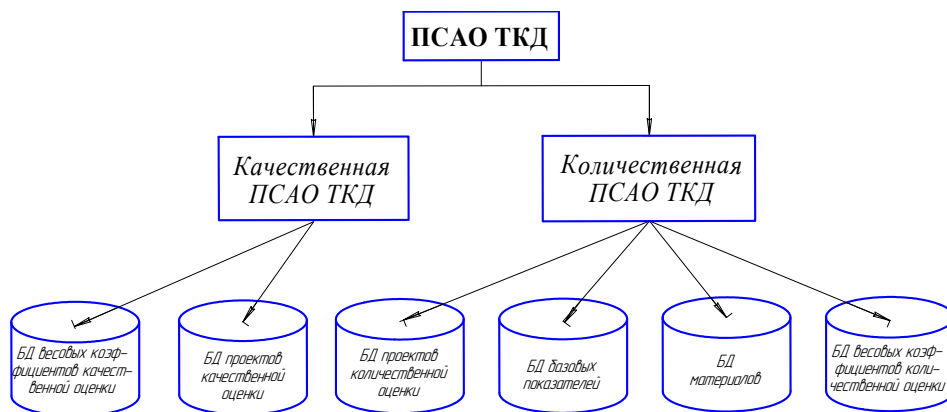


Рис. 1. Общая структура ПСАО ТКД

Программная реализация ПСАО ТКД

ПСАО ТКД реализована на объектно-ориентированном языке высокого уровня Object Pascal с использованием визуальной среды разработки Borland Delphi 7.0, предоставляющей широкие возможности в отношении разработки пользовательского интерфейса, работы с базами данных и др.

Внутренняя структура каждого из двух расчетных модулей разделена на отдельные блоки, отвечающие за отдельные задачи, решаемые в процессе проведения оценки, а именно:

- блок *управляющих модулей*, осуществляющих управление процессом расчета, контроль целостности и непротиворечивости данных, а также общение с пользователем и другими приложениями;
- блок *расчетных модулей*, реализующих математические модели и алгоритмы проведения расчетов;
- блок *служебных модулей*, отвечающих за анализ произведенных расчетов и формирование отчетов с краткими рекомендациями.

Подсистема также включает ряд баз данных, разработанных с использованием распространенной системы управления базами данных (СУБД) Paradox 9, позволяющая организовать хранение и процесс управления базами данных различными способами.

Каждая реляционная база данных состоит из таблиц, связанных или несвязанных между собой. Имена баз данных соответствуют названиям таблиц, а именно:

- база данных *материалов*, используемая модулем количественной оценки ТКД при определении коэффициента обрабатываемости;

- база данных проектов качественной оценки, предназначенная для хранения созданных проектов; содержит информацию, необходимую для полного восстановления сохраненного проекта;
- база данных проектов количественной оценки, также предназначенная для хранения созданных проектов;
- база данных базовых показателей, используемая модулем количественной оценки ТКД при сравнении расчетных значений показателей с базовыми;
- база данных весовых коэффициентов качественной оценки, используемая для качественной оценки ТКД при формировании массива действующих коэффициентов весомости текущего расчета;
- база данных весовых коэффициентов количественной оценки, используемая для количественной оценки ТКД при формировании массива действующих коэффициентов весомости текущего расчета.

Организация пользовательского интерфейса

В стартовом окне подсистемы пользователю предоставляется краткая информационная справка о подсистеме, а также строка иерархического главного меню (рис. 2) для выбора дальнейших действий.

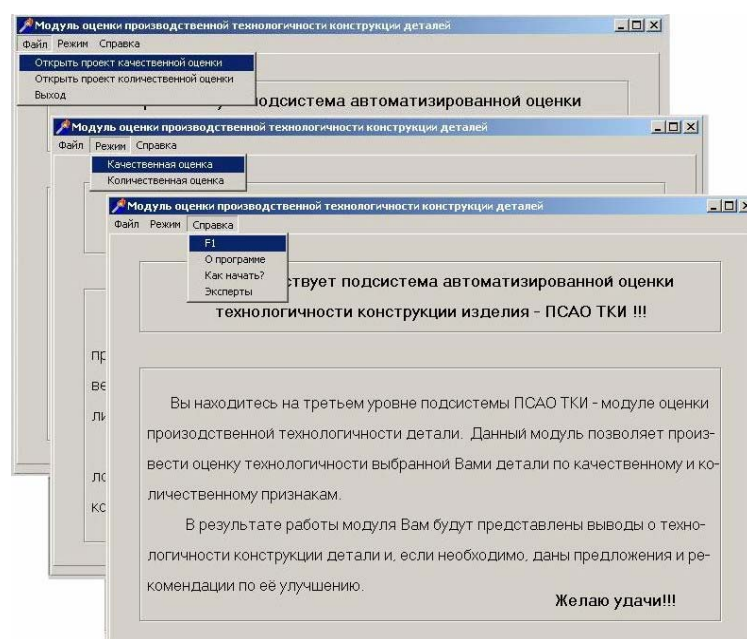


Рис. 2. Разделы главного меню

Для облегчения диалога пользователя с подсистемой организован дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс, включающий в себя как полное описание того, как работать с программой, так и элементы инструкций, помогающих пользователю в ходе оценки, подсказки, пиктограммы на кнопках, эскизы и другие помощники.

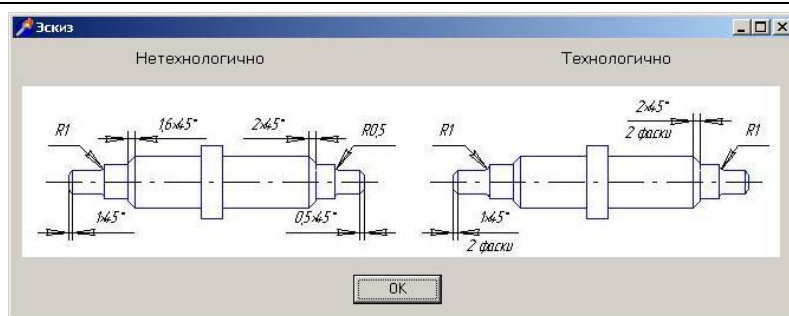
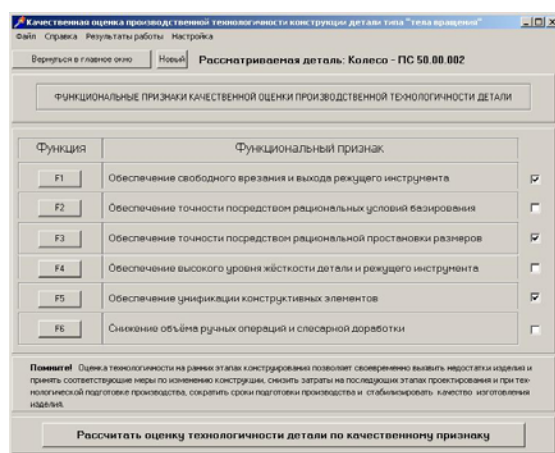
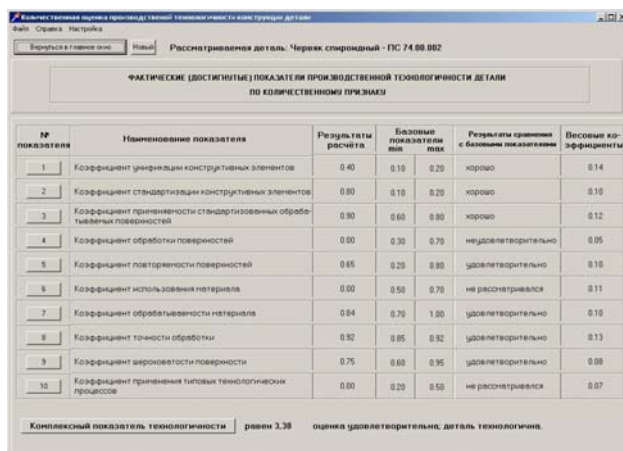


Рис. 3. Пример поясняющей подсказки «Эскиз»



а



б

Рис. 4. Главное окно режима качественной (а) и количественной (б) оценки

Кроме того, программа осуществляет контроль за соблюдением заложенной методики с тем, чтобы результаты расчетов были более точными.

Так, для изменения состава выпадающих списков подсистема выполняет анализ уже введенных данных.

Наименование детали	Колесо
Обозначение детали	ПС 50.00.002
Материал	Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543-71
Масса детали, кг	15
Тип детали	деталь типа "тела вращения"
Тип производства	мелкосерийное
Вид оборудования	станки с ЧПУ и обрабатывающие центры

OK

Рис. 5. Ввод исходных данных о проекте

Также выполняется контроль полноты и правильности введенных данных.

Project1

Указанное Вами количество поверхностей (19) не соответствует указанному ранее числу поверхностей, подвергаемых механической обработке (20). Пересмотрите данные.

OK

Рис. 6. Предупреждение подсистемы о несоответствии вводимых и указанных ранее данных

Project1

Внимание! Данные введены некорректно!

OK

Project1

Внимание! Введены не все данные!

OK

Рис. 7. Предупреждение подсистемы о неполном или некорректном вводе данных

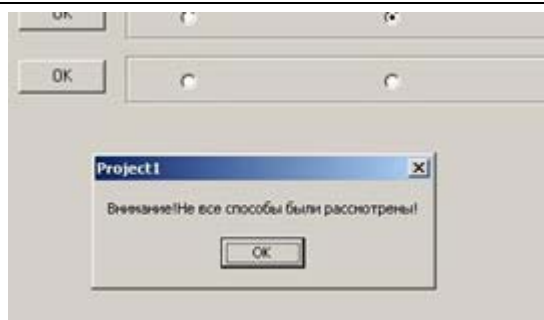


Рис. 8. Реакция системы, если пользователь оценил не все способы

В систему заложена возможность ее настройки на конкретные условия производства путем изменения предустановленных значений весовых коэффициентов.

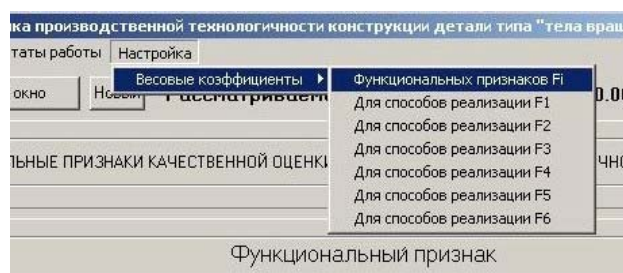


Рис. 9. Опции меню «Настройка»

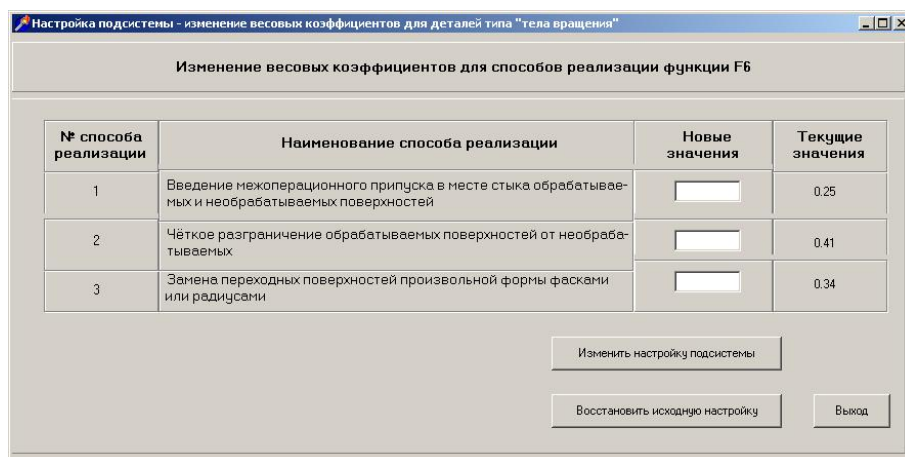


Рис. 10. Изменение весовых коэффициентов

В ходе выполнения анализа и расчетов на технологичность программа выдает как промежуточные, так и окончательные результаты и обращает внимание пользователя на недостатки конструкции, отраженные в низких значениях функциональных признаков.

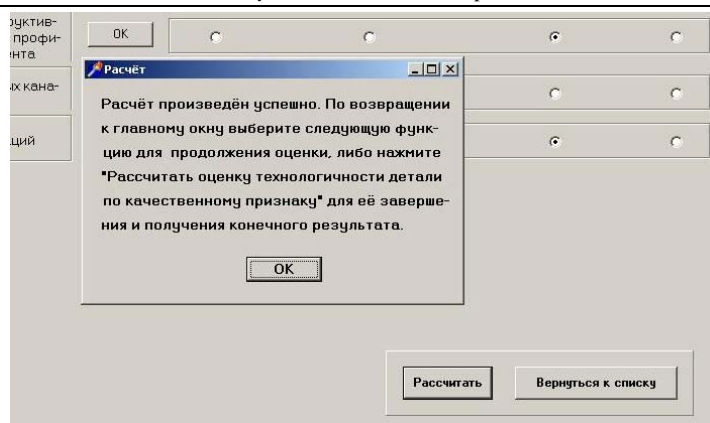


Рис. 11. Выполнение расчета по функции

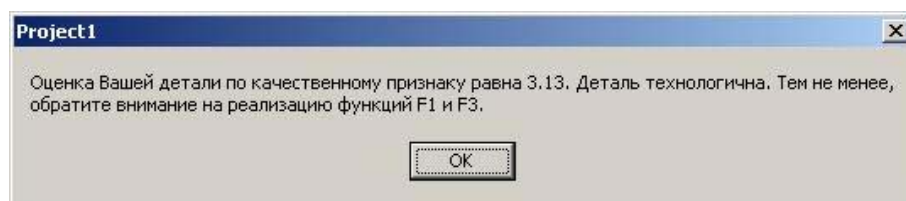


Рис. 12. Результаты конечного расчета и отображение рекомендаций

Программа также позволяет сохранять выполненные расчеты в базу данных с указанием желаемого имени проекта, с возможностью его редактирования и использования результатов оценки в системе более высокого уровня, например, подсистеме оценки технологичности конструкции сборочных единиц, разработанной под руководством профессора кафедры ТРП В. Г. Осетрова на базе методики, изложенной в монографии [7].

Результаты работы ПСАО ТКД

В результате выполнения обоих расчетов (качественного и количественного) в папке «...\Отчеты\» подсистемой автоматически формируются подробные файлы-отчеты в формате Microsoft Word.

Пример отчета по качественной оценке:

Наименование детали	Колесо
Обозначение детали	ПС 50.00.002
Материал	Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543–71
Масса детали, кг	15
Тип детали	деталь типа «тела вращения»
Тип производства	мелкосерийное
Вид оборудования	станки с ЧПУ и обрабатывающие центры

Расчет значения для функции F1 – обеспечение свободного врезания и выхода режущего инструмента:

$$F1 = 4 \times 0,13 + 4 \times 0,23 + 4 \times 0,17 + 3 \times 0,16 + 4 \times 0,16 + 2 \times 0,15 = 3,54.$$

Расчет значения для функции F2 – обеспечение точности посредством рациональных условий базирования:

$$F2 = 4 \times 0,40 + 4 \times 0,43 + 4 \times 0,18 + 0 \times 0,00 = 4,00.$$

Расчет значения для функции F3 – обеспечение точности посредством рациональной простановки размеров:

$$F3 = 3 \times 0,31 + 3 \times 0,36 + 0 \times 0,00 + 0 \times 0,00 + 4 \times 0,34 = 3,34.$$

Расчет значения для функции F4 – обеспечение высокого уровня жесткости детали и режущего инструмента:

$$F4 = 0 \times 0,00 + 2 \times 1,00 + 0 \times 0,00 + 0 \times 0,00 = 2,00.$$

Расчет значения для функции F5 – обеспечение унификации конструктивных элементов:

$$F5 = 4 \times 0,33 + 4 \times 0,21 + 3 \times 0,27 + 0 \times 0,00 + 2 \times 0,18 = 3,37.$$

Расчет значения для функции F6 – снижение объема ручных операций и слесарной доработки:

$$F6 = 3 \times 0,25 + 3 \times 0,41 + 4 \times 0,34 = 3,34.$$

Оценки и коэффициенты весомости функциональных признаков:

$$F1 = 3,54; \quad K1 = 0,14;$$

$$F2 = 4,00; \quad K2 = 0,23;$$

$$F3 = 3,34; \quad K3 = 0,14;$$

$$F4 = 2,00; \quad K4 = 0,21;$$

$$F5 = 3,37; \quad K5 = 0,15;$$

$$F6 = 3,34; \quad K6 = 0,13.$$

Оценка детали по качественному признаку равна 3,24. Деталь технологична. Однако стоит обратить внимание на реализацию функций F4 и F3.

ПСАО ТКД Version 2, кафедра ТРП, ИжГТУ, Ижевск, 2008.
24.04.2008

Пример отчета по количественной оценке:

Наименование детали	Червяк спироидный
Обозначение детали	ПС 74.00.002
Материал	Сталь 35Х, 38ХА, 40Х
Масса детали, кг	0,06

Результаты расчетов:

– коэффициент унификации конструктивных элементов	0,40	хорошо
– коэффициент стандартизации конструктивных элементов	0,80	хорошо
– коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей	0,90	хорошо

– коэффициент обработки поверхностей	0,00	неудовлетворительно
– коэффициент повторяемости поверхностей	0,65	удовлетворительно
– коэффициент использования материала	0,00	коэффициент рассмотрен не был
– коэффициент обрабатываемости материала	0,84	удовлетворительно
– коэффициент точности обработки	0,92	удовлетворительно
– коэффициент шероховатости поверхности	0,75	удовлетворительно
– коэффициент применения типовых технологических процессов	0,00	коэффициент рассмотрен не был

Комплексный показатель производственной технологичности по количественному признаку равен 3,38.

Заключение: оценка удовлетворительна; деталь технологична.

ПСАО ТКД Version 2, кафедра ТРП, ИжГТУ, Ижевск, 2008.
24.04.2008

Список литературы

1. ГОСТ 14.201–83. ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия.
2. ГОСТ 14.205–83. ЕСТПП. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
3. Амиров, Ю. Д. Основы конструирования: творчество – стандартизация – экономика : справ. пособие / Ю. Д. Амиров. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 392 с.
4. Керимов, З. Г. Автоматизированное проектирование конструкций / З. Г. Керимов, Э. Г. Багиров. – М. : Машиностроение, 1985. – 220 с.
5. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учеб. для машиностроит. вузов по специальности «технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А. А. Маталин. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с.
6. Михельсон-Ткач, В. Л. Повышение технологичности конструкций / В. Л. Михельсон-Ткач. – М. : Машиностроение, 1988. – 104 с.
7. Осетров, В. Г. Теория и практика сборки машин / В. Г. Осетров. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – 256 с.
8. Прялин, М. А. Оценка технологичности конструкции / М. А. Прялин, В. М. Кульчев. – Киев : Техніка, 1985. – 120 с. : ил. – Библиогр. : с. 116–118.
9. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. 496 с.
10. Технологичность конструкций деталей, изготавливаемых механической обработкой : метод. указания / сост. А. В. Трухачёв. – Ижевск : Ижев. мех. ин-т, 1990. – 44 с.
11. Технологичность конструкций изделий : справ. / Т. К. Алфёрова, Ю. Д. Амиров, П. Н. Волков и др. ; под ред. Ю. Д. Амирова. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с. – (Б-ка конструктора).
12. Трубачев, Е. С. Основы анализа и синтеза зацепления реальных спироидных передач : дис. ... д-ра техн. наук / Е. С. Трубачев. – Ижевск, 2004. – 348 с.