

УДК 621.7/9:658.522-523

DOI: 10.22213/2413-1172-2023-3-26-32

Адаптация алгоритма работы системы автоматизированного проектирования технологического процесса для выполнения технологической подготовки в условиях мелкосерийного и единичного производства

А. В. Кордюков, кандидат технических наук, доцент, Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева, Рыбинск, Россия

М. И. Савченков, аспирант, Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева, Рыбинск, Россия

А. А. Чернова, доктор технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Задача автоматизации системы технологической подготовки производства, в том числе этапа проектирования технологического процесса, в настоящее время приобретает особую актуальность. Реализация программ реинжиниринга в рамках решения задач обеспечения технологической независимости и безопасности предполагает быстрое развертывание производственных мощностей и эффективное освоение новых производств. В связи с этим требуются надежные и корректные для применения системы автоматизации. Существующие системы автоматизированного проектирования технологических процессов остаются слабо адаптированными для единичных и мелкосерийных производств, вследствие чего практически не применимы для многономенклатурных производств субъектов малого или среднего предпринимательства.

Функционирование современных отечественных систем автоматизированного проектирования технологических процессов построено на алгоритмах, адаптированных и применяемых в условиях больших серий, когда производство обладает стабильностью выпуска изделий. Следовательно, алгоритмы проектирования технологического процесса необходимо адаптировать для работы на мелкосерийном предприятии.

Рассмотрена общая схема проектирования технологического процесса для серийных систем автоматизированного проектирования технологического процесса, показаны и оценены возможности ее унификации и последующей адаптации для единичных и мелкосерийных производств. На основе анализа полученной унифицированной функциональной схемы проведена адаптация алгоритма формирования технологического процесса изготовления детали. С учетом существующих ограничений и требований к особенностям функционирования систем автоматизированного проектирования технологического процесса в единичном и мелкосерийном производстве сформирован и предложен новый функционал подсистемы подготовки исходной информации. Предложенный алгоритм формирования технологического процесса изготовления детали включает три принципиальных блока: подготовка исходной информации, построение технологической модели детали и ее анализ, формирование и выдача технологической документации. Таким образом, предложенный адаптированный алгоритм формирования технологического процесса в условиях единичного и мелкосерийного выпуска изделий имеет более простой вид и понятную структуру.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, алгоритм формирования технологического процесса, единичное производство, мелкосерийное производство.

Введение

В настоящее время сформированный тренд развития отрасли машиностроения [1, 2] предполагает уменьшение сроков проектирования и производства изделий, что невозможно без автоматизации проектного и производственного циклов [3, 4]. Реализация программ реинжиниринга в рамках решения задач обеспечения технологической независимости и безопасности предполагает быстрое развертывание производственных мощностей и освоение новых производств [5, 6]. Для эффективного реинжиниринга требуется не только трансфер и разработка технологий, но и обязательная автоматизация проектных и производ-

ственных циклов, в том числе внедрение систем автоматизации технологического проектирования и подготовки производства [7, 8].

В настоящее время одним из вариантов развития машиностроения и промышленного производства является активный рост сегмента малого бизнеса [9], ориентированного на проектирование и разработку уникальных и специализированных конечных изделий. Продукция таких предприятий машиностроения [10] в большинстве случаев относится к единичному или к мелкосерийному производству (ЕП и МП).

ЕП и МП в большинстве случаев являются многономенклатурным, что обуславливает не-

прерывный процесс технологической подготовки производства.

Одновременно с этим мелкосерийный и единичный типы производства характеризуются большим коэффициентом закрепления операций за рабочим местом (более 40), что влечет необходимость высокой квалификации рабочих, а также существенные простои оборудования, необходимые на переналадку и настройку [11, 12].

Также из особенностей многономенклатурного мелкосерийного производства можно выделить следующие:

- небольшая партия запуска изделий в пределах 10 шт.;
- частая смена объекта производства;
- использование универсального оборудования или станков с программным управлением и универсальной оснастки, средств измерения;
- необходимость разработки большого количества технологических процессов.

Именно совокупность вышеперечисленных особенностей формирует особые требования единичного производства, особенно в условиях субъектов малого или среднего предпринимательства, как к процессу технологической подготовки производства в целом, так и к вопросам разработки технологических процессов. Необходимо отметить, что при многономенклатурном мелкосерийном производстве предприятия находятся непрерывно на стадии технологической подготовки производства, вследствие чего дефицит ресурсов [13] (временных, кадровых, финансовых и др.) является одной из важных проблем при автоматизированном построении технологических процессов. Дополнительно к автоматизированному проектированию часто требуется быстрая оценка трудоемкости изготовления изделия, необходимого оборудования и определение себестоимости изготовления изделий.

Вследствие вышеуказанных особенностей технологической подготовки производства на таких предприятиях требуется использовать адаптированные САПР ТП, отвечающие всем требованиям и особенностям многономенклатурного производства.

САПР ТП, успешно используемые в среднем и крупносерийном производстве [14–22] и работающие по полному циклу технологической подготовки, не всегда подходят для решения задач проектирования технологических процессов в мелкосерийном и единичном производстве. Например, отечественные САПР ТП [23] имеют модульное построение программного обеспечения и диалоговый режим работы с пользователем, наличие автоматического ре-

жима работы и дополнение САПР ТП базами данных нормативных документов, материалов, оборудования, режущего и измерительного инструментов и нормирования времени. При этом систем, позволяющих проектировать технологические процессы изготовления широкого ряда деталей различных форм, в том числе систем, автоматически формирующих маршрутные технологические процессы с оценкой трудоемкости станочных производственных операций, не существует. Алгоритмы существующих САПР ТП характеризуются слабой адаптацией к потребностям единичного и мелкосерийного производства. Их работа построена на алгоритмах, адаптированных и применяемых в условиях больших серий, когда производство обладает большей стабильностью выпуска изделий. Следовательно, необходимо адаптировать для работы на мелкосерийном предприятии алгоритмы проектирования технологического процесса.

Целью данной работы является адаптация алгоритма работы САПР ТП с учетом существующих взаимосвязей конструкторской и технологической инженерии производственных циклов для выполнения технологической подготовки в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Алгоритм автоматизации проектирования технологического процесса

Рассмотрим взаимосвязь между САПР для конструирования деталей и САПР для технологической подготовки производства. В настоящее время исходные данные о детали, необходимые для автоматизированного проектирования, поступающие автоматически в САПР технологических процессов, носят общий характер. Чаще всего это наименование, материал, иногда сведения о термической обработке, общей шероховатости и точности изделия. Данных сведений для автоматического (без участия человека) формирования структур последовательности этапов обработки, маршрута и операций недостаточно. Это относится ко всем основным САПР ТП, присутствующим на российском рынке САПР ТП. Основную работу по созданию ТП на всех уровнях проектирования выполняет технолог, анализируя геометрию детали и используя для поиска в ручном режиме различные справочники САПР ТП. Например, в САПР ТП «Вертикаль» компании «Аскон» заложена возможность подбора планов обработки на основе сведений о поверхности указанной на трехмерной модели детали, созданной в САД «Компас 3d». Для этого необходимо вручную подгружать модель в проектируемый

ТП, указывать обрабатываемые поверхности, их точность. Сам же типовой план обработки поверхности, во-первых, должен быть уже заранее сформирован (находиться в базе данных), во-вторых, выдается в виде общего списка без разделения по этапам и операциям. Далее полученный список переходов технолог вручную распределяет по ранее созданному маршруту. В САПР ТП «Техкард», также широко распространенном на машиностроительных предприятиях России, существует возможность выполнения ручного аннотирования модели детали при ее создании с помощью специального дополнительного модуля для САД. Далее данные о поверхностях подгружаются в «Техкард», и происходит процедура подбора типовых планов обработки для аннотированных поверхностей в виде списков переходов. Полученные переходы по каждой поверхности распределяются технологом вручную по этапам и операциям технологического процесса. Как видим, в настоящее время нет САПР, позволяющих автоматически сформировать сведения о геометрии детали на основе ее чертежа или трехмерной модели. Отсутствуют также возможности автоматического формирования этапов обработки детали, последовательности выполнения операций, последовательности выполнения переходов на операции.

Для осуществления автоматического формирования этапов, маршрута и операций технологического процесса необходимо усилить взаимосвязь между САД и САПР ТП. Для этого необходимо разработать алгоритмы распознавания типа детали, геометрии, сочетаний поверхностей и другой необходимой информации. На основе ее можно автоматически формировать технологическую модель детали (ТМД) и далее использовать ее в алгоритмах проектирования.

Опираясь на данные выводы и указанную необходимость создания ТМД проанализируем типовой алгоритм работы САПР для среднесерийного производства и доработаем его в плане удаления лишних действий, а также дополним необходимыми работами для мелкосерийного и единичного производства.

Общая схема проектирования технологического процесса для серийных САПР ТП стандартна (рис. 1).

Выполнив анализ представленной схемы, можно сказать, что для единичного и мелкосерийного производства необходимо удалить блоки, не используемые при проектировании ТП в мелкосерийном производстве, а затем показать, каким образом будет происходить проектирование технологического процесса по

предлагаемому алгоритму (рис. 2) в отличие от представленного.

Из алгоритма (см. рис. 1) были удалены блоки, связанные с проектированием специальных приспособлений, специального режущего инструмента и заменены блоком подбора стандартной оснастки и инструмента (см. рис. 2).

В представленной функциональной схеме (см. рис. 2) подсистема нормирования и технологических расчетов разделена на два блока: «Укрупненный расчет норм времени на изготовление детали» и «Экономические расчеты технологического процесса» с целью возможности их отдельного использования и разделения функционала. «Подсистема расчета загрузки оборудования, сводных технологических спецификаций и ведомостей» также разделена функционально и включена в подсистемы «Экономические расчеты технологического процесса» и «Выпуск технологической документации».

Далее был адаптирован алгоритм формирования технологического процесса изготовления детали с учетом автоматического формирования ТП (см. рис. 2).

Первое и одно из самых важных изменений – изменение функционала и логики работы подсистемы подготовки исходной информации. В адаптируемом алгоритме (рис. 2) данная подсистема должна выполнять следующие функции.

1. Распознавание и анализ чертежа или трехмерной модели детали с целью построения технологической модели детали (ТМД), который заключается в следующем:

- распознавание геометрии детали;
- анализ взаимного расположения поверхностей детали;
- анализ требований к качеству поверхностей детали;
- учет технических требований, связанных с термической обработкой, нанесения покрытий и др.

2. На основе полученной информации о детали выполнить формирование ТМД и осуществить ее передачу в подсистему технологического проектирования.

«Подсистема технологического проектирования» должна реализовывать функцию автоматического формирования технологического процесса в требуемых формах и с учетом накладываемых ограничений конкретного производства. Для этого необходимо выполнить типовые проектные действия по формированию ТП, но с модернизированными алгоритмами:

- на основе общего представления о детали автоматически формируется общий цикл обра-

ботки (этапы обработки) с учетом возможностей производства;

- на основе ТМД определяется способ получения заготовки, с формированием чертежа заготовки и расчетом необходимого объема материала;
- осуществляется выбор базовых поверхностей и формируются комплекты технологических баз;
- определяются методы и последовательность обработки поверхностей детали;
- разрабатывается маршрут обработки детали;
- подбирается оборудование из имеющегося с учетом его загрузки на плановый период производства;
- подбирается стандартная оснастка и инструмент с учетом его наличия на складе или воз-

можности приобретения к требуемому сроку начала изготовления;

- выполняется укрупненный расчет норм времени на изготовление детали;
- проводится расчет себестоимости выполнения технологического процесса в заданных (реальных) производственных условиях.

3. По завершении проектирования САПР ТП должна сформировать необходимые для производства технологические документы, определить требуемую станочную оснастку, режущий и измерительный инструмент.

4. В подсистеме обобщения опыта происходит корректировка и обновление типовых и унифицированных планов обработки поверхностей, операций и др.

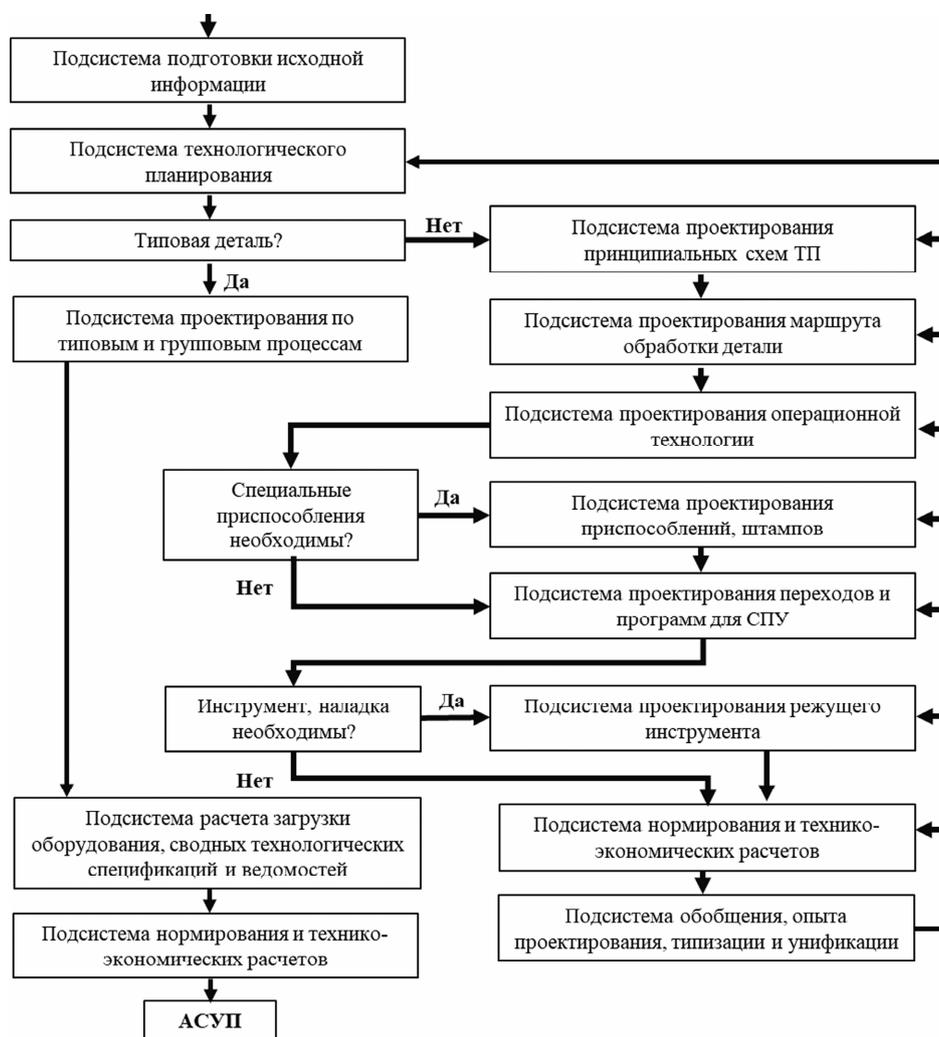


Рис. 1. Функциональная схема автоматизированной системы технологической подготовки производства [22]

Fig. 1. Functional scheme of the automated system of technological preparation of production [22]

Выводы

1. Показана необходимость адаптации обобщенной схемы автоматизированной системы технологической подготовки производства при-

менительно к специфике многономенклатурного мелкосерийного и единичного производства для субъектов малого и среднего предпринимательства.

2. Предложенный адаптированный алгоритм формирования технологического процесса в условиях единичного и мелкосерийного производства имеет более простой вид, понятную структуру.

3. Отличительной особенностью сформированного адаптированного алгоритма является использование в качестве исходных данных технологической модели детали, содержащей

в себе все необходимые сведения как о детали, так и заданные плановые показатели.

4. Показано и обосновано, что применение технологической модели детали позволит реализовать предложенный адаптированный алгоритм в автоматическом режиме с возможностью корректировки решений на каждом этапе формирования технологического процесса.



Рис. 2. Алгоритм формирования технологического процесса изготовления детали

Fig. 2. Algorithm of forming the technological process of manufacturing a part

Библиографические ссылки

1. Измайлов М. К. Современные тенденции технологического обновления предприятий машиностроительной отрасли России // *Beneficium*. 2022. № 2 (43). С. 41–49.

2. Ворончихина В. М., Михайлова О. П., Левадный В. А. Аналитический обзор состояния, тенденций и проблем развития российского машиностроения // *Экономические науки*. 2022. № 7 (212). С. 130–133. DOI: 10.14451/1.212.130

3. Ишенин Д. А., Говорков А. С. Проектирование технологических операций на основе параметров производственной технологичности конструкции изделия с использованием алгоритма автоматизированного проектирования // *Polytech Journal*. 2021. Т. 25. № 6 (161). С. 708–719.

4. Крючков А. В. Составные части и группы технологических операций процесса разработки специального программного обеспечения АСУП, необходимые для оценки производительности труда программистов при проведении импортозамещения // *Автоматизация и информатизация ТЭК*. 2023. № 4 (597). С. 34–45. DOI: 10.33285/2782-604X-2023-4(597)-34-45

5. Автоматизированное формирование нормативной карты изготовления деталей на основе электронных технологических процессов / Ю. В. Полянсков, А. И. Сидорова, О. В. Железнов, М. Н. Ярдаева // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2020. Т. 22, № 2 (94). С. 142–147. DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-2-142-147

6. Мамуров Э. Т., Косимова З. М., Собиров С. С. Разработка технологического процесса с использованием CAD-CAM-программ // *Scientific progress*. 2021. № 1.

7. Комплексная модель оценки деятельности предприятия как элемент развития системы управления цифровым производством / Ю. В. Полянсков, О. В. Железнов, С. В. Липатова, М. Н. Ярдаева // *Цифровизация как драйвер роста науки и образования: монография*. Петрозаводск: Новая Наука, 2020. С. 111–136. DOI: 10.46916/18012021-1-978-5-00174-089-6

8. Emil Hr. Yankov, Nikolay Tontchev, Simeon Yonchev (2017) Application of cad design of technological processes in the field of material science. High-temperature synthesis on the intermetallic compound. nitinol (nickel and titanium) receiving and analyzing the property. December 2017.

9. Ползунова Н. Н. Реализация стратегии импортозамещения через развитие машиностроения // Экономика и управление в машиностроении. 2022. № 3. С. 20–27.
10. Колесникова О. В., Рупинец И. С., Лелюхин В. Е. Проблемы перепланирования при автоматизации управления многономенклатурным машиностроительным производством // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 45–50.
11. Шеховцева Т. В., Шеховцева Е. В. Технологичность конструкции деталей механизмов – важный параметр, определяющий технологию изготовления // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьева. 2022. № 3 (62). С. 66–62.
12. Горобец И. А., Голубов Н. В., Толпекина М. Е. Выбор системы автоматизации технологической подготовки машиностроительного производства // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. 2019. № 4 (67). С. 11–18.
13. Можегова Ю. Н., Марихов И. Н. Эффективность использования средств автоматизации в технологической подготовке производства изделий машиностроения // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2022. № 10. С. 469–474. DOI: 10.36652/0202-3350-2022-23-10-469-474
14. Хрусталева И. Н., Любомудров С. А., Романов П. И. Автоматизация технологической подготовки единичного и мелкосерийного производства // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24, № 1. С. 113–121. DOI: 10.18721/JEST.240111
15. Ингеманссон А. Р. Технологическая подготовка и адаптивное управление в цифровых производственных системах // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 4 (146). С. 5–13. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-4-5-13
16. Azamjon Ibrohim ugli Tokhirov (2021) Technological process development using CAD-CAM programs. Science and Education: Scientific Journal, June 2021, vol. 2, iss. 6, pp. 288-291.
17. Кордюков А. В. Автоматизация проектирования операций протягивания хвостовиков лопаток с необходимой оснасткой и инструментами // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьева. 2020. № 1 (52). С. 47–51.
18. Кордюков А. В., Рябов А. Н. Разработка нейронной сети для оптимизации распределения сменных производственных заданий // Инженерный журнал. 2017. № 8 (245). С. 45–49.
19. Кордюков А. В., Рябов А. Н. Искусственный интеллект в технологии машиностроения // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьева. 2017. № 4 (43). С. 147–151.
20. Безъязычный В. Ф., Шеховцева Т. В., Шеховцева Е. В. Обобщенный критерий технологичности деталей для их изготовления // Справочник. Инженерный журнал. 2022. № S11. С. 18–28.
21. Безъязычный В. Ф., Шеховцева Т. В., Шеховцева Е. В. Влияние конструктивного оформления деталей на их изготовление // Справочник. Инженерный журнал. 2022. № S11. С. 2–17.
22. Цветков В. Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов. М. : Машиностроение, 1972, 240 с.
23. Методы и подходы к решению задачи автоматизации проектирования технологических процессов для единичных и мелкосерийных производств / М. Р. Королева, О. В. Мищенко, М. Д. Токарев, А. А. Чернова, Т. В. Шеховцева // Технология металлов. 2023. № 7. С. 30–41. DOI: 10.31044/1684-2499-2023-0-7-30-41
- industry]. *Beneficium*, 2022, vol. 43, no. 2, pp. 41-49 (in Russ.).
2. Voronina V.M., Mikhailova O.P., Levadny V.A. (2022) [Analytical review of the stat, trends and problems of development of Russian engineering]. *Ekonomicheskie nauki*, 2022, vol. 212, no. 7, pp. 130-133 (in Russ.). DOI: 10.14451/1.212.130
3. Ishenin D.A., Govorkov A.S (2021) [Engineering working operations based on parameters of product manufacturability using a computer-aided design algorithm]. *Polytech Journal*, 2021, vol. 25, no. 6 (161), pp. 708-719 (in Russ.).
4. Kruchkov A.V. (2023) [Components and groups of technological operations of the process of special software development of the automated control system, required for assessing the programmers labor productivity during import substitution]. *Avtomatizaciya i informatizaciya TEK*, 2023, no. 4 (597), pp. 34-54 (in Russ.).
5. Polyanskov Yu., Sidorova A., Zhelezov O., Yardaeva M. (2020) [Automated formation of a normative card for manufacturing parts based on electronic technological processes]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra rossijskoj akademii nauk*, 2020, vol. 22, no. 2(94), pp. 142-147 (in Russ.).
6. Mamurov E.T., Kosimova Z.M., Sobirov S.S. (2021) [Technological process development using CAD-CAM programs]. *Scientific progress*, 2021, vol. 2, iss. 1 (in Russ.).
7. Polyanskov Yu.V., Zhelezov O.V., Lipatova S.V., Yardaeva M.N. (2020) *Cifrovizaciya kak drayver rosta nauki i obrazovaniya* [Digitalization as a driver for the growth of science and education]. Petrozavodsk: Novaya Nauka Publ., 2020, pp. 111-136 (in Russ.).
8. Emil Hr. Yankov, Nikolay Tontchev, Simeon Yonchev (2017) Application of cad design of technological processes in the field of material science. High-temperature synthesis on the intermetallic compound. nitinol (nickel and titanium) receiving and analyzing the property. December 2017.
9. Polzunova N.N. (2022) [Implementation of the import substitution strategy through the development of mechanical engineering]. *Ekonomika i upravlenie v mashinostroenii*, 2020, no. 3, pp. 20-27 (in Russ.).
10. Kolesnikova O.V., Rupinets I.S., Lelyukhin V.E. (2021) [Problems of rescheduling in the automation of management of multi-nominal engineering production]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2021, no. 3, pp. 45-50 (in Russ.).
11. Shekhovtseva T.V., Shekhovtseva E.V. (2022) [Manufacturability of mechanism parts design as an important parameter determining the manufacturing technology]. *Vestnik RGATA imeni P.A. Solov'eva*, 2022, vol. 62, no. 3, pp. 66-62 (in Russ.).
12. Gorobets I.A., Goloobov M.V., Tolpekina M.E. (2019) [Selection of the system of automation of technological preparation of machine-building production]. *Progressivnye tekhnologii i sistemy mashinostroeniya*, 2019, no. 4 (67), pp. 11-18 (in Russ.).
13. Mozhegova Yu.N., Marikhov I.N. (2022) [Efficiency of the use of automation in the technological preparation of the production of engineering products]. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii*, 2022, no. 10, pp. 469-474 (in Russ.).
14. Khrustaleva I.N., Lyubomudrow S.A., Romanov P. (2018) [Automation of technological preparation of production in single-unit and small-batch manufacturing]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbPU. Estestvennye i inzhenernye nauki*, 2018, vol. 24, no. 1, pp. 113-121 (in Russ.).
15. Ingemansson A.R. (2021) *Upravlenie litejnymi processami* [Technological preparation and adaptive control in digital production systems]. *Vestnik kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2021, no. 4(146), pp. 5-13 (in Russ.).
16. Azamjon Ibrohim ugli Tokhirov (2021) Technological process development using CAD-CAM programs. Science

References

1. Izmaylov M.K. (2022) [Current trends in technological renewal of enterprises in the Russian mechanical engineering

and Education: Scientific Journal, June 2021, vol. 2, iss. 6, pp. 288-291.

17. Kordjukov A.V. (2020) [Automating the design of blade root pulling operations with the necessary equipment and tools]. *Vestnik RGATA imeni P. A. Solov'eva*, 2020, vol. 52, no. 1, pp. 47-51 (in Russ.).

18. Kordjukov A.V., Rjabov A.N. (2017) [Development of a neural network to optimize the distribution of replaceable production tasks]. *Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal*, 2017, vol. 245, no. 8, pp. 45-49 (in Russ.).

19. Kordjukov A.V., Rjabov A.N. (2017) [Artificial intelligence in mechanical engineering technology]. *Vestnik RGATA imeni P. A. Solov'eva*, 2017, vol. 43, no. 4, pp. 147-151 (in Russ.).

20. Bezyazichny V.F., Shehovtseva T.V., Shehovtseva E.V. (2022) [The generalized criterion of the parts for their

manufacture]. *Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal*, 2022, no. S11, pp. 18-28 (in Russ.).

21. Bezyazichny V.F., Shehovtseva T.V., Shehovtseva E.V. (2022) [The influence of the parts design for their manufacturing]. *Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal*, 2022, no. S11, pp. 2-17 (in Russ.).

22. Cvetkov V.D. (1972) *Sistema avtomatizacii proektirovaniya tekhnologicheskikh processov* [Process design automation system]. Moscow: Engineering Publ., 1972, 240 p. (in Russ.).

23. Koroleva M.R., Mishchenkova O.V., Tokarev M.D., Chernova A.A., Shekhovtseva T.V. (2023) [Approaches and methods to solve the problem of automating the design of technological processes for single and small batch production]. *Tehnologija metallov*, 2023, no. 7, pp. 30-41 (in Russ.). DOI: 10.31044/1684-2499-2023-0-7-30-41

Adaptation of a CAD System for Technological Process Formation for Part Manufacturing in Small-Series and Single Production

A.V. Kordyukov, PhD in Engineering, Associate Professor, P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk, Russia

M.I. Savchenkov, Post-graduate, P. A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk, Russia

A.A. Chernova, DSc in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

The task of automating the system of technological preparation of production, including the stage of technological process design, is currently gaining special relevance. Implementation of re-engineering programs within the framework of solving the problems of ensuring technological independence and safety implies rapid deployment of production capacities and effective development of new production facilities. As a consequence, reliable and correct for application in various forms of production enterprises automation systems are required. The existing systems of automated design of technological processes remain poorly adapted for single and small batch productions, so they are practically not applicable for multi-nomenclature productions of small or medium-sized enterprises.

Functioning of modern domestic systems of computer-aided design of technological process is based on algorithms adapted and applied in conditions of large series, when production has greater stability of production of products. Consequently, it is necessary to adapt the algorithms of technological process design to work at a small-scale enterprise.

The general scheme of technological process design for serial systems of automated technological process design is considered, the possibilities of its unification and subsequent adaptation for single and small batch productions are shown and evaluated. On the basis of the analysis of the obtained unified functional scheme the adaptation of the algorithm of formation of the technological process of part manufacturing is carried out. Taking into account the existing limitations and requirements to the peculiarities of functioning of the systems of computer-aided design of technological process in single and small batch production, a new functionality of the subsystem of initial information preparation is formed and proposed. The proposed algorithm of forming the technological process of part manufacturing includes three fundamental blocks: preparation of initial information, construction of the technological model of the part and its analysis, formation and issuance of technological documentation. Thus, the proposed adapted algorithm of technological process formation in the conditions of single and small batch production of products has a simpler form, understandable structure.

Keywords: computer-aided design system, algorithm for forming a technological process, single-piece production, small-scale production.

Получено 01.08.2023

Образец цитирования

Кордюков А. В., Савченков М. И., Чернова А. А. Адаптация алгоритма работы системы автоматизированного проектирования технологического процесса для выполнения технологической подготовки в условиях мелкосерийного и единичного производства // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2023. Т. 26, № 3. С. 26–32. DOI: 10.22213/2413-1172-2023-3-26-32.

For Citation

Kordyukov A.V., Savchenkov M.I., Chernova A.A. (2023) [Adaptation of a CAD System for Technological Process Formation for Part Manufacturing in Small-Series and Single Production]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2023, vol. 26, no. 3, pp. 26-32 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2023-3-26-32.