

# НОВОЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК 621.81(075.8)

DOI: 10.46573/2658-5030-2025-4-107-117

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ «ВЕРТИКАЛЬ» КОМПАНИИ «АСКОН»

И.В. ГОРЛОВ, д-р техн. наук, Е.В. ПОЛЕТАЕВА, канд. техн. наук

Тверской государственный технический университет,  
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: gorloviv@yandex.ru

© Горлов И.В., Полетаева Е.В., 2025

Эффективность современного машиностроительного производства в настоящее время зависит от большого количества факторов, одним из которых является система подготовки производства и, в частности, системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Снижение объемов производства и расширение номенклатуры изделий требуют от автоматизированных систем проектирования технологических процессов гибкости, универсальности, простоты использования, высокого качества проработки и др. Во многом САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» отвечает современным требованиям. В статье описаны основные возможности САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ». Рассмотрен ряд модулей, обеспечивающих выполнение различных задач в ходе разработки технологических процессов изготовления изделий. Показаны некоторые особенности работы программных модулей данной автоматизированной системы при решении задач в процессе разработки технологического процесса изготовления детали с получением информации в установленном стандартами виде.

*Ключевые слова:* системы автоматизированного проектирования, автоматизированная разработка технологических процессов, машиностроение.

### ВВЕДЕНИЕ

При производстве современной машиностроительной продукции наблюдается тенденция к сокращению объемов и расширению номенклатуры выпускаемых изделий при неизменно высоком уровне их качества, что требует сокращения времени на технологическую подготовку производства с одновременным увеличением глубины ее проработки. Решение этой проблемы невозможно без использования САПР [1–3]. Автоматизация технологической подготовки производства может в несколько раз сократить ее сроки вследствие повышения производительности труда технолога на стадии проектирования с использованием математической логики и специализированных баз данных [4, 5], а также за счет повышения качества реализации решений на стадии доводки технологических процессов [6].

Информационные технологии, используемые в машиностроении при подготовке производства, обеспечивают высокую эффективность и качество работ за счет использования специализированных программных продуктов. Компания «АСКОН» – один из успешных отечественных разработчиков программного обеспечения автоматизированных систем, осуществляющих интеграцию информационных

систем для проектных организаций и предприятий. Преимущество корпорации на современном этапе развития машиностроения – импортонезависимость и опора на отечественные стандарты. Одним из продуктов компании является САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ». Данная система позволяет быстро и с высоким качеством решать широкий круг задач в процессе технологической подготовки производства машино-строительного предприятия, включая:

- проектирование технологических процессов;
- формирование заказов на проектирование системы технологического обеспечения;
- создание управляющих программ для станков с числовым программным управлением;
- проведение технологических расчетов;
- формирование технологической документации в соответствии со стандартами РФ и стандартами предприятия;
- поддержку единого информационного пространства для управления жизненным циклом изделия.

Целью работы является изучение новых возможностей последних версий САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» компании «АСКОН».

#### **РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЯМИ (МОДУЛЯМИ) САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» ПРИ СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Система «ВЕРТИКАЛЬ» позволяет в автоматизированном цикле разрабатывать единичные, типовые и групповые технологические процессы с использованием широкой номенклатуры технологического оборудования, оснастки, инструментов и многих других технологических объектов. Иерархическая структура данной САПР ТП создает условия для оптимизации процессов технологической подготовки с возможностью параллельного проектирования различных частей трудоемких технологических процессов группой специалистов.

Наряду с технологическими процессами изготовления деталей система «ВЕРТИКАЛЬ» позволяет разрабатывать сложнейшие технологические процессы сборки изделий с использованием специализированных интерфейсов для получения технологических схем сборки, комплектования операций и переходов на основе 3D-моделей сборки (рис. 1).

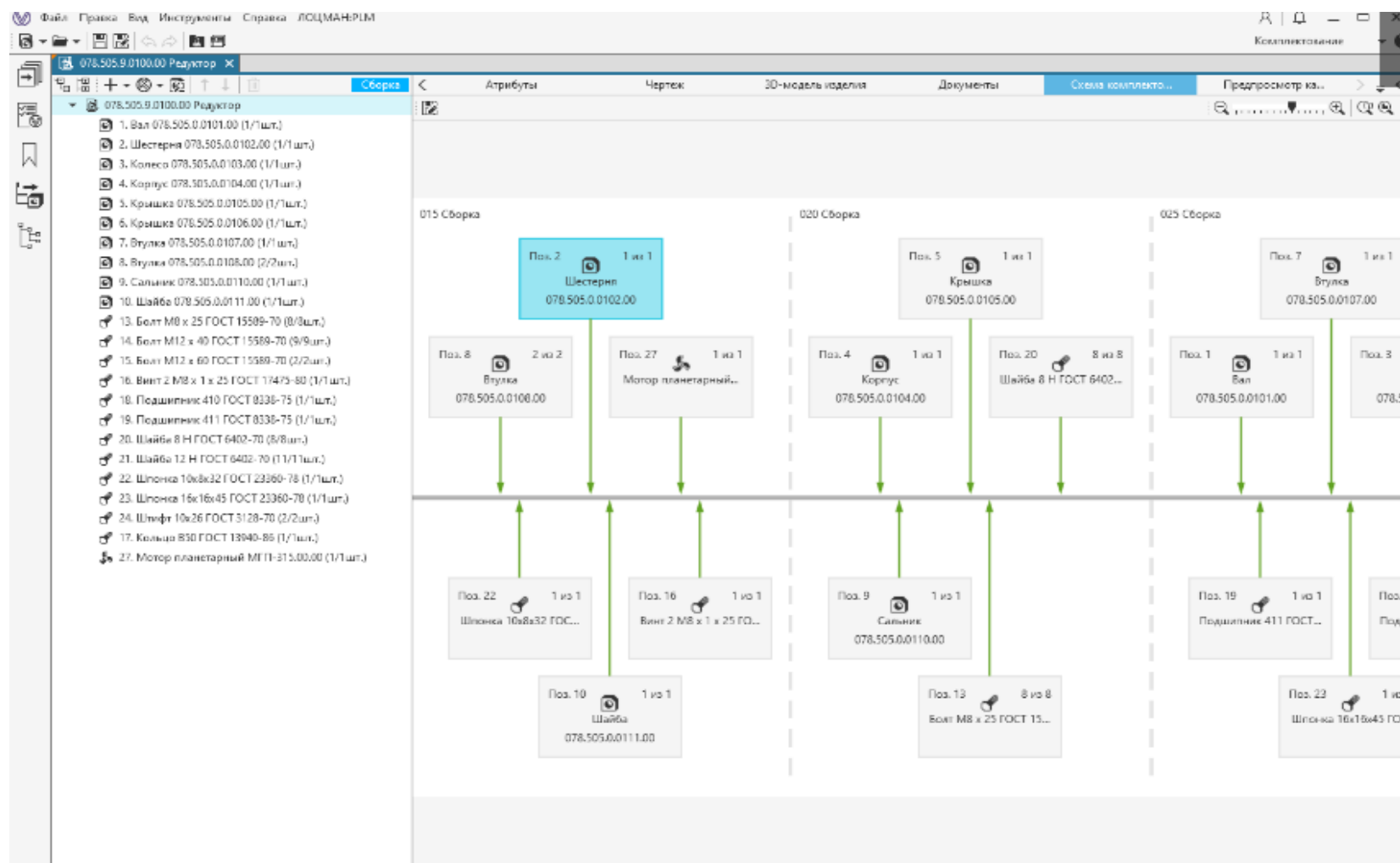


Рис. 1. Схема комплектования операций и переходов сборки  
в системе «ВЕРТИКАЛЬ»

Ассоциативные связи технологических объектов в данной системе дают возможность сократить количество ошибок при проектировании и обеспечить максимальное совпадение параметров связанных элементов. Например, при изготовлении резьбового отверстия указанного размера система предлагает к выбору сверло нужного диаметра, зенковочный зенкер для фаски и метчик с соответствующими параметрами. Исходя из материала детали и инструмента назначаются нужные режимы резания. Таким образом, с помощью логических связей в системе предотвращаются ошибки при проектировании. Кроме того, в системе реализуются ассоциативные связи с конструкторской документацией (чертежами, 3D-моделями и др.), что позволяет обеспечить двустороннюю связь объектов, и при их изменении на любом из этапов проектирования информация автоматически передается во все разделы документации для исключения ошибок.

При разработке технологического процесса изготовления детали в системе «ВЕРТИКАЛЬ» имеется возможность связывания элементов техпроцесса (например, переход операции) с элементом детали на 3D-модели, что дает наглядное представление о том, какая поверхность обрабатывается на соответствующем переходе. Есть функция, позволяющая получать информацию об элементе детали непосредственно с 3D-модели, если применяется модель с установленными на поверхностях параметрами.

В новых версиях САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» (начиная с V22) используется *ПОЛИНОМ: MDM* – система управления нормативно-справочными данными, благодаря чему можно работать с технологическими объектами без открытия соответствующего окна системы (рис. 2). Для быстрого поиска нужного элемента техпроцесса его название вносится в строку поиска, система по команде выводит все имеющиеся в базе элементы с таким описанием, и технолог выбирает нужное. Данная система существенно сокращает время поиска требуемого элемента технологического процесса.

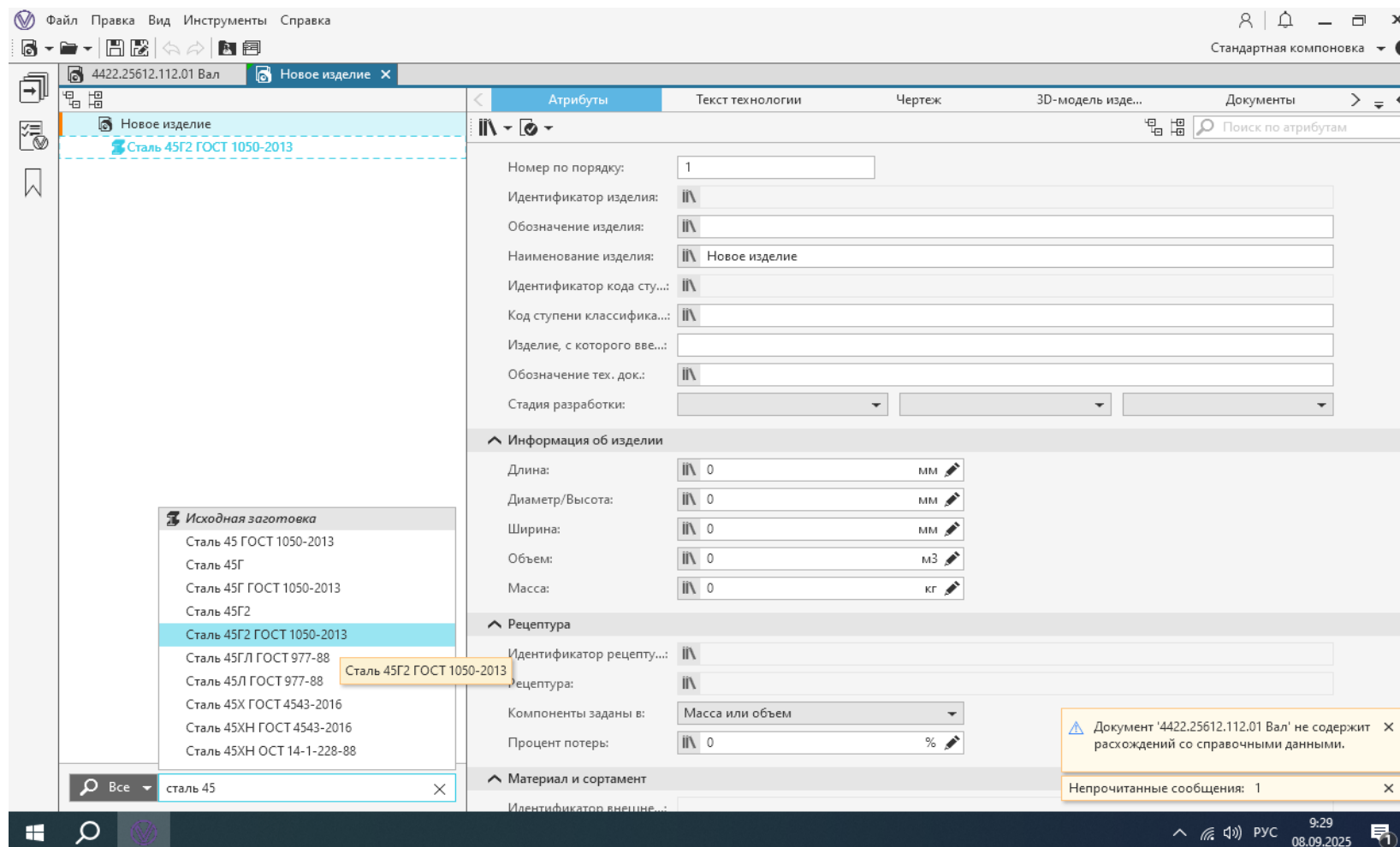


Рис. 2. Окно работы системы управления нормативно-справочными данными *ПОЛИНОМ: MDM*

При разработке технологических процессов часто возникает потребность в использовании специализированного технологического оснащения, которого нет в базе типовых. В этом случае в «ВЕРТИКАЛИ» формируются заявки на проектирование средств технологического оснащения на выбранное оборудование. При этом в системе более высокого уровня *ЛОЦМАН: PLM* осуществляется согласование заявок, сформированных в системе «ВЕРТИКАЛЬ».

Специализированные приложения (модули) позволяют осуществлять расчёты технологических параметров в процессе проектирования.

Модуль *Нормирование трудозатрат* обеспечивает автоматизированный расчет временных затрат на выполнение технологической операции (без определения основного и вспомогательного времени, которое получается при расчете режимов резания). Данный модуль базируется на машиностроительных нормативах для выполнения таких работ, как обработка резанием на различном оборудовании, сборка, сварка, термообработка и т. д.

Модуль *Нормирование материалов* обеспечивает выбор различных материалов и решает задачу выбора заготовки с расчетом ее массы, норм расхода на одну деталь и ряда дополнительных параметров.

Модуль *Расчет режимов резания* в автоматизированном режиме обеспечивает определение режимов обработки для выбранного перехода технологической операции исходя из принятого оборудования, инструмента, материала заготовки, наличия смазочно-охлаждающей жидкости и др., с получением основного и вспомогательного времени, затрачиваемого на выполнение операции (рис. 3).

Модуль *Расчет режима сварки* позволяет в автоматизированном режиме проектировать сварочные операции с получением режимов сварки для выбранных условий (рис. 4).

Модуль *Расчет режима сварки* обеспечивает решение ряда задач:

для типовых видов сварки в автоматизированном цикле определяются основные режимы сварки;

для указанных условий сварки подбираются сварочные материалы;

производится автоматизированный расчет основного времени сварки.

Модуль подготовки технологической документации обеспечивает формирование технологического маршрута, операционных карт, ведомостей и прочих технологических документов, в зависимости от выбранного варианта в соответствии с существующими машиностроительными нормами. При необходимости перед печатью документацию можно просмотреть по запросу пользователя (рис. 5).

Файл Правка Вид Инструменты Справка

Расчет режимов резания

Блок расчёта

Вид обработки: Токарная обработка

Блок расчёта: Обтачивание

Геометрические параметры

Диаметр обрабатываемой поверхности: 39

Длина обработки: 160

Подвод, врезание, перебег: 2

Макс. диаметр заготовки (для определени...: 45

Макс. длина заготовки (для определения ж...: 162

Параметры обработки

Припуск: 2

Глубина резания: 2

Количество проходов: 1

☐ Чистовая обработка

Точность: ▼

Шероховатость: 0 Ra ▼

☐ Термообработка

HRC: 0

HB: 229

Sigma: 800

Условия обработки

Справочные объекты

Операция: Токарная

Материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-2013

Станок: 16К20Ф3

Режущий инструмент: Резец PCLNL 2525M16 T15K6 TY 2-035-892-82

Режущая часть:

Вспомогательный инструмент:

Результаты

Подача, мм/об: 0,5

Скорость резания, м/мин: 153,2

Число оборотов шпинделя, об/мин: 1250

Сила резания, Н: 1582,18

Мощность резания, кВт: 3,74

Основное время, мин: 0,259

D или B: 39

Длина: 162

Минутная подача, мм/мин: 625

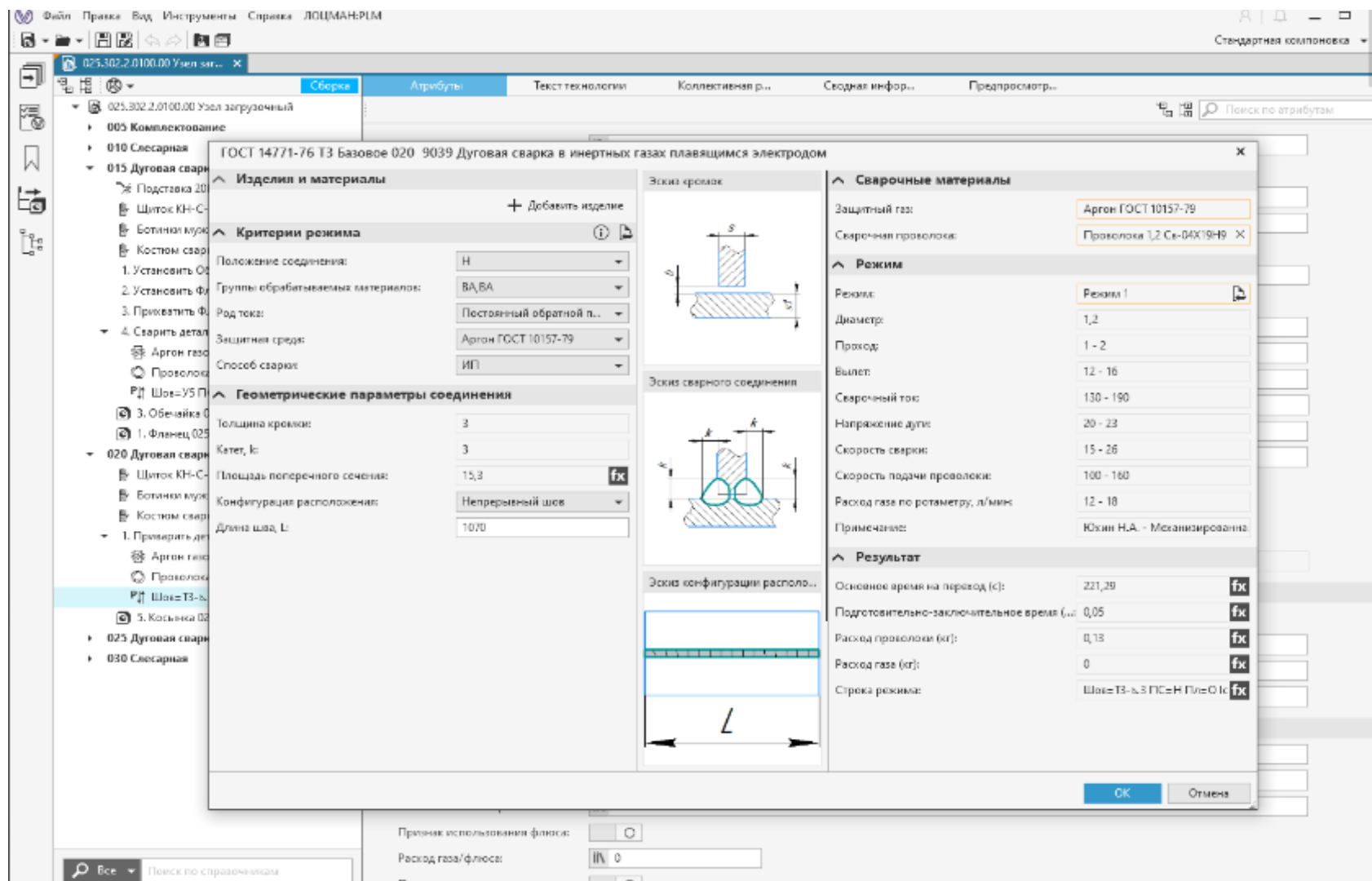
Стойкость, мин: 30

Вспомогательное время: 0

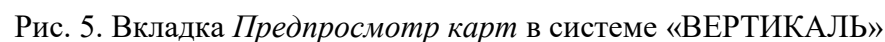
OK Отмена

Все Поиск по справочникам Блок расчета PP: Обтачивание

Рис. 3. Окно модуля *Расчет режимов резания* в системе «ВЕРТИКАЛЬ»

Рис. 4. Окно приложения *Расчет режимов сварки* в системе «ВЕРТИКАЛЬ»





САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» входит в разработанную компанией «АСКОН» интегрированную систему подготовки производства, которая обеспечивает не только сквозное проектирование продукции, но и поддержку всего жизненного цикла изделия, а использование информационных технологий при реализации данных задач значительно повышает эффективность этих работ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время для решения проблемы повышения эффективности и конкурентоспособности машиностроительного производства необходимо внедрение автоматизированных систем проектирования технологических процессов, основанных на информационных системах поддержки компьютерно-интегрированных производств на всех этапах жизненного цикла изделий – технологиях, использующих передовые наработки в области машиностроения. Эффективная интеграция всех этапов подготовки автоматизированного машиностроительного производства возможна только на основе информационной базы, которая реализуется в единой среде и действует на основе подсистем, отвечающих за решение задач в процессе разработки технологических процессов в машиностроении [7]. САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» отвечает таким требованиям и обеспечивает автоматизированную разработку технологических процессов на высоком техническом уровне. Развитие отечественных САПР ТП позволит значительно упростить структуру всей информационной системы подготовки производства, избежать дублирования данных, повысить ее эффективность и надежность функционирования.

У корпорации «АСКОН» на сегодняшний день более 16 800 заказчиков в нашей стране и за рубежом. Ее программными продуктами пользуются и предприятия Твери и Тверской области. Следовательно, при подготовке студентов по машиностроительному направлению необходимо осваивать современные САПР ТП, такие как «ВЕРТИКАЛЬ», чтобы молодые специалисты могли с минимальными затратами времени приступить к работе с использованием современных информационных систем, обеспечивая высокую эффективность своего труда.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Куняев Н.Е., Мартынов Л.М. Подход к совершенствованию управления машиностроительными предприятиями и жизненным циклом их продукции в условиях гиперконкурентной материально-виртуальной бизнес-среды. *Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста: Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 94–99.
2. Лахин О.И., Майоров И.В., Скобелев П.О., Симонова Е.В. Интеллектуальная система управления жизненным циклом изделий. *Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции*. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 134–138.
3. Попова А.А., Шубин И.Н., Алиев Р.Э. Использование CALS-технологий в машиностроении на примере разработки трехмерных моделей типовых деталей // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. 2020. Т. 26. № 4. С. 637–649.
4. Алябьева В.Г. Математическая логика. Формальная логика: учебное пособие. Пермь: ПГНИУ, 2021. 109 с.
5. Кириллов В.В., Громов Г.Ю. Введение в реляционные базы данных. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 464 с.

6. Полетаева Е.В., Горлов И.В. Оптимизация структуры производственных систем машиностроительных предприятий // *Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство*. 2020. № 8. С. 22–28.

7. Алексеев Н.С. Основы САПР технологических процессов: учебное пособие. Рубцовск: РИИ АлтГТУ, 2023. 199 с.

**Для цитирования:** Горлов И.В., Полетаева Е.В. Развитие системы автоматизированного проектирования технологических процессов «ВЕРТИКАЛЬ» компании «АСКОН» // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2025. № 4 (28). С. 107–117.

## **DEVELOPMENT OF ASCON COMPANY'S CAD/CAM VERTICAL**

I.V. GORLOV, Dr. Sc., E.V. POLETAEVA, Cand. Sc.

Tver State Technical University,  
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: gorloviv@yandex.ru

The efficiency of modern mechanical engineering production currently depends on a large number of factors, one of which is the production preparation system, and, in particular, the automated design of technological processes (CAD TP). Reduction in production volumes and expansion of the range of products require from automated systems for designing technological processes flexibility, versatility, ease of use, high quality of development, etc. In many ways, CAD TP Vertical meets modern requirements. The article describes the main capabilities of CAD TP Vertical. A number of modules are considered that ensure the implementation of various tasks in the course of developing technological processes for manufacturing products. Some features of the operation of software modules of this CAD TP in solving problems in the process of developing a technological process for manufacturing a part with the receipt of information in the form established by standards are shown.

**Keywords:** computer-aided design systems, automated development of technological processes, mechanical engineering.

Поступила в редакцию/received: 01.09.2025; после рецензирования/revised: 12.09.2025;  
принята/accepted: 15.09.2025