



Структура
высших
учебных
заведений

И.П. Фистонов И.Л. Баршай

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ



И.П. Филонов И.Л. Баршай

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений
по машиностроительным специальностям



Минск
«Вышэйшая школа»

УДК 621:001.895(075.8)
ББК 34.4я73
Ф55

Р е ц е н з е н т ы: кафедра технологии и оборудования машиностроительного производства Витебского государственного технологического университета (доцент *Ю.Е. Махаринский*); кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов Белорусской государственной сельскохозяйственной академии *Л.И. Савенок*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Филонов, И. П.

Ф55 Инновации в технологии машиностроения : учеб. пособие /
И. П. Филонов, И. Л. Баршай. – Минск : Выш. шк., 2009. –
110 с. : ил.
ISBN 978-985-06-1684-5.

Изложены теоретические основы технологии машиностроения (в схемах и таблицах). Представлены инновационные подходы к проектированию технологических процессов изготовления деталей машин.

Для студентов машиностроительных специальностей. Может быть использовано инженерными работниками при решении практических задач.

УДК 621:001.895(075.8)
ББК 34.4я73

ISBN 978-985-06-1684-5

© Филонов И.П., Баршай И.Л., 2009
© Издательство «Вышэйшая школа», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Непрерывное создание новых совершенных высокопроизводительных автоматизированных и высокоточных машин, основанных на использовании новейших достижений науки, требуют подготовки высокообразованных инженеров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и хорошо владеющих новой техникой и технологией производства. Применительно к наиболее массовой специальности инженеров-механиков в первую очередь это относится к совершенствованию преподавания основной профилирующей дисциплины «Технология машиностроения».

В последние годы учебники и учебные пособия по «Технологии машиностроения» выпускаются не только в России, но и в Беларуси. Мы работаем по единой программе, однако в нашей республике уже сложилась методика (на базе МТЗ, БелАЗа, МАЗа и др.), отличающаяся на сегодняшний день от традиционной. Авторские свидетельства и патенты, внедренные на машиностроительных предприятиях Беларуси, положили в основу новое в технологии машиностроения, что касается обеспечения качества изделий. Технологические методы обеспечения качества рабочих поверхностей деталей машин стали достоянием в учебном процессе Белорусского национального технического университета (БНТУ).

Данное учебное пособие подготовлено с целью дальнейшего совершенствования курса «Технология машиностроения». В пособие включены разделы, дающие представление об *инновационных технологиях, их структуре*. Представлены инновации в компьютерном сопровождении жизненного цикла изделий.

Межпредметные связи между общетехническими и специальными кафедрами легли в основу совершенствования учебного процесса. Важнейшие теоретические вопросы технологии излагаются в связи с соответствующими разделами общенаучных дисциплин.

Так как основная часть общенаучных и общетехнических предметов изучается на первых и вторых курсах, а специальные – на четвертых и пятых, необходимо в специальных курсах кратко излагать некоторые разделы общетехнических дисциплин с позиций их практического использования для решения инженерных, технологических задач.

В предлагаемом учебном пособии рассматриваются некоторые вопросы теории вероятностей и математической статистики в связи с определением случайных погрешностей обработки и расчетами размерных цепей; отдельные вопросы теоретической механики (элементы теории связей, принятые в основу создания теории базирования и закрепления обрабатываемых заготовок, элементы теории колебаний, используемые при изучении динамики технологической системы и образования волнистости и погрешностей геометрической формы обрабатываемых заготовок).

Особенность построения пособия состоит в том, что оно систематизирует в табличном и графическом виде обширный материал и обобщает раздел темы на принципиально новой основе науки о технологии машиностроения и инновационных технологиях.

Настоящее пособие окажет существенную помощь студентам при изучении теоретической части курса «Технология машиностроения».

Авторы выражают благодарность И.М. Сальникову и С.А. Раповичу за помощь при подготовке рукописи к изданию.

Авторы

1. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Научная специальность

«Технология машиностроения» – отрасль технических наук, занимающаяся разработкой средств, методов и приемов человеческой деятельности для изготовления изделий, с обеспечением качества технологического процесса как совокупности свойств, определяющих технико-экономические, эргономические, экологические показатели, а также показатели безопасности.



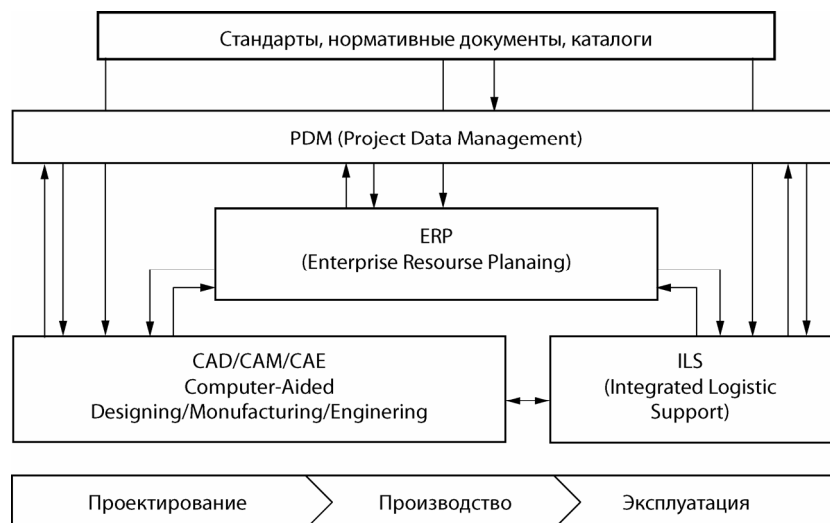
Учебная специальность

«Технология машиностроения» как учебная дисциплина – отрасль технических наук об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда и наименьшей себестоимости.



3. ИННОВАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ

CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life Cycle Support)



Инновационное компьютерное сопровождение жизненного цикла изделия включает в себя основные программные пакеты, каждый из которых выполняет отдельную функцию.

Программный пакет ADAMS. Модуль *ADAMS/View* – это инструментальное средство для моделирования кинематических процессов механики. Он используется для создания и моделирования любой механической системы, содержащей движущиеся части. Проверка модели может проводиться в том же самом окружении, в котором находится реальное изделие. Также можно проверить правильность модели по данным стендовых (физических) испытаний и усовершенствовать модель с гибкими частями, реалистической геометрией и средствами управления. Наконец, можно определить важные параметры, воздействующие на модель, и найти правильную комбинацию расчетных значений, чтобы достигнуть наилучших характеристик изделия.

ADAMS/Solver – приложение численного анализа, которое автоматически решает уравнения движения для кинематического, статического, квазистатического и динамического моделирования. ADAMS/Solver применяют для создания, тестирования и усовершенствования моделей механических систем. При использовании ADAMS/Solver вместе с дополнительным модулем **ADAMS/Linear** можно также выполнять линеаризацию имитации. После этого переносят результаты имитации из ADAMS/Solver в графический интерфейс пользователя, подобный ADAMS/View, что позволяет анимировать и оптимизировать модели, создавать графики.

Модуль *ADAMS/Durability* предназначен для создания виртуальных прототипов механической динамики. Он расширяет традиционный процесс проектирования долговечности (*durability*) с использованием натурных испытаний в виртуальный мир. Используя ADAMS/Durability, можно читать и записывать хронологическую информацию о нагрузках, силах и ускорениях в следующих стандартизованных форматах.

ADAMS/Durability взаимодействует с измеренными хронологиями загрузки, такими, например, как нагрузка шпинделя транспортного средства, и обеспечивает связь с такими программами анализа долговечности, как nSoft, MSC/FATIGUE, а также со стендами испытаний на долговечность (*durability test machines*).

Модуль **ADAMS/Flex** позволяет добавлять гибкие тела к моделям ADAMS для достижения более реалистичных результатов моделирования. Для использования ADAMS/Flex необходимо иметь доступ к пакету конечно-элементного моделирования (например, **ANSYS** или **LS-DYNA**), который взаимодействует с ADAMS, так что можно подготовить конечно-элементную модель, встраиваемую затем в модель ADAMS.

Модуль **ADAMS/Insight** предназначен для экспериментов над проектами механической динамики. Он позволяет проводить сложные опыты по измерению характеристик механической системы. Модуль также содержит набор статистических инструментов для анализа полученных результатов, чтобы совершенствовать и улучшать систему.

Модуль **ADAMS/Tire** предназначен для добавления шин к механической модели. Он позволяет моделировать силы и моменты, действующие на шину при ее перемещении по шоссе или пересеченной местности. Модуль можно использовать вместе с другими специализированными продуктами ADAMS для моделирования таких маневров транспортного средства, как *торможение, управление, ускорение, свободное прокручивание*, или *пробуксовка*. Кроме того, он позволяет пользователю создавать свои собственные модели шины и дороги.

Модуль **MECHANISM/Pro** помогает изучить движение механизма, созданного в программном пакете **Pro/ENGINEER**. При этом в последний добавляется меню, позволяющее непосредственно в пакете задавать и анализировать механизмы. Для создания механизма в программном пакете Pro/ENGINEER реализуется процесс добавления элементов, которые определяют, как будет работать данный механизм. После этого он подвергается моделированию в модулях MECHANISM/Pro и ADAMS/Solver, так что можно будет определить, как он ведет себя в движении. Результаты моделирования просматривают также в виде анимации, показывающей движение механизмов.

Модуль **ADAMS/Car** создает, каталогизирует и моделирует законченные транспортные средства на основе шаблонов.

Модуль **ADAMS/Controls** помогает добавить сложные средства управления к модели ADAMS. Он дает возможность подключать модель ADAMS к структурным схемам, которые были получены в таких приложениях управления, как **EASY5**, **MATLAB** или **MATRIX X**, позволяет в интерактивном режиме просматривать результаты моделирования в модуле ADAMS/View.

Модуль **ADAMS/DMU Replay** является программным инструментом, который дает возможность воспроизводить анимацию программного продукта **CATIA5** с результатами моделирования ADAMS.

Модуль **ADAMS/Driver** позволяет добавлять воздействия от управления человеком к моделированию законченного транспортного средства. Эти действия включают операции *рулевого управления, торможения, дросселирования, переключения передач и сцепления*.

Модуль **ADAMS/Engine** – это специализированная среда для моделирования двигателей. Он позволяет формировать и изменять кинематические последовательности клапанов двигателей и механизмы их распределения с последующим анализом для понимания их упруго-кинематического и динамического поведения. Таким образом, с помощью модуля ADAMS/Engine можно создавать виртуальные прототипы подсистем двигателей и анализировать их подобно анализу физических прототипов.

Модуль **ADAMS/Hydraulics** дает возможность моделировать жидкостные каналы и проверять, как они взаимодействуют с механическими моделями. Он содержит все гидравлические компоненты, которые необходимы для моделирования гидравлических каналов: клапаны, насосы, цилиндры и т. д. Модуль представляет собой мощную открытую среду для полного моделирования сложных гидравлически управляемых механизмов и систем.

Модуль **ADAMS/Linear** используется для линеаризации модели ADAMS. Существует ряд приложений, в которых линеаризованное представление модели может влиять на ее динамическое поведение.

Модуль *ADAMS/Rail* предназначен для создания и каталогизирования железнодорожного транспортного средства с последующим моделированием его динамики.

Модуль *ADAMS/SDK* позволяет разработчику расширять возможности моделирования пакета ADAMS при создании моделей в базе данных моделирования ADAMS, запуске моделей в модуле ADAMS/Solver и получении результатов моделирования.

Модуль *ADAMS/Vibration* реализует моделирование в частотной области. Посредством его можно изучать принудительные колебания в моделях ADAMS, а также предсказывать воздействия колебаний в *автомобилях, поездах, самолетах* и т.п.

Программный пакет ANSYS. Категории моделирования в ANSYS:

- структурное моделирование;
- связанное;
- сложное;
- тепловое;
- моделирование поведения жидкостей;
- моделирование электромагнитных явлений.

Структурное моделирование. Ниже описываются семь типов структурного моделирования, доступных в программе ANSYS. В структурном моделировании рассчитываются первичные неизвестные величины (степени свободы узлов), называемые *перемещениями*. Другие величины, такие, как *давление, напряжение и силы реакции*, получают затем из этих смещений узлов.

1. *Статическое моделирование (static analysis)*. Используется для определения перемещений, напряжений и т.д. при условии статических нагрузок как для линейных, так и для нелинейных деформаций. Нелинейности могут включать *пластичность, ужесточение напряжения (stress stiffening), большой прогиб, большое напряжение, гиперпластичность, поверхности соприкосновения и ползучесть*.

2. *Модальное моделирование (modal analysis)* (анализ форм колебаний). Применяется для вычисления естественных частот и формы колебаний структуры. Доступны различные методы выделения формы.

3. *Гармоническое моделирование (harmonic analysis)*. Используется для определения отклика структуры на нагрузки гармонично изменяющиеся во времени.

4. *Переходное динамическое моделирование (transient dynamic analysis)*. Применяется для определения отклика структуры на нагрузки, произвольно изменяющиеся во времени. Доступны все виды нелинейностей, упомянутых для статического моделирования.

5. *Спектральное моделирование (spectrum analysis)*. Расширение модального моделирования, используемое для вычисления напряжений и давлений при наличии спектра отклика или PSD (случайные колебания).

6. *Моделирование смятия (buckling analysis)*. Применяется для вычисления нагрузки смятия и определения формы колебаний смятия как для линейных, так и для нелинейных деформаций.

7. *Явное динамическое моделирование (explicit dynamics analysis)*. Программа ANSYS реализует взаимодействие со встроенным в нее программным пакетом LS-DYNA, предназначенным для явного моделирования в конечных элементах и используемым для моделирования динамических откликов при больших деформациях и сложных условиях соприкосновения.

Кроме вышеупомянутых типов моделирования существует также несколько типов моделирования специального назначения:

- развитие трещин в материалах;
- композитные материалы;
- усталость материалов;
- моделирование балки.

Связанное моделирование. Связанное моделирование – это такое моделирование, которое учитывает взаимодействие двух или более дисциплин (физических областей) разработки. Например, пьезоэлектрическое моделирование реализует взаимодействие структуры и электрических эффектов: оно решает задачу о распределении напряжений согласно приложенным сдвигам, или наоборот. Примеры связанного моделирования: «теплота – напряжение», «теплота – электричество», «жидкость – структура» и т.п.

Другие приложения, в которых может потребоваться связанное моделирование: давление в резервуарах (моделирование «теплота – давление»), сжатие потока жидкости (моделирование «жидкость – структура»), индукционный нагрев (моделирование «магнетизм – теплота»), ультразвуковые преобразователи (пьезоэлектрическое моделирование), формирование магнетика (моделирование «магнетизм – структура»), микроэлектромеханические системы.

Сложное моделирование. Методы сложного моделирования включают в себя оптимизацию модели, вероятностное проектирование, адаптивное наложение сетки.

Тепловое моделирование. Моделирование установившихся тепловых состояний и переходных тепловых процессов.

Моделирование поведения жидкостей. Моделирование ламинарного или турбулентного, теплового или адиабатического, сжимаемого или несжимаемого потока жидкости, а также процесса переноса жидкости различных разновидностей и объема.

Моделирование электромагнитных явлений. Моделирование электромагнитных явлений в статике, гармонических колебаний, переходных процессов; моделирование текущей проводимости; электростатическое и схемотехническое моделирование.

Программный пакет LS-DYNA 950. Программный пакет LS-DYNA представляет собой инструментальное средство общего назначения при работе с конечно-элементными моделями для анализа реакции структур, проявляющейся в виде деформации, на большие динамические воздействия внешней среды, включая структуры, связанные с жидкостями. Реализованный алгоритм соприкосновения – соударения позволяет легко моделировать сложные задачи соприкосновения с теплопередачей, включая пересечение контактных соприкосновений.

Для использования пакета LS-DYNA в автомобильной промышленности в него введены специальные возможности для моделирования воздушных подушек, датчиков и ремней безопасности. Для элементов оболочек возможно адаптивное повторное наложение сетки, что находит широкое применение в приложениях по штамповке металлических листов.

Текущая версия пакета LS-DYNA содержит около сотни основных моделей и 10 уравнений состояний для покрытия широкого диапазона поведения материалов. Пакет может работать на различных рабочих станциях, на больших, многопроцессорных и персональных компьютерах.

В CALS-технологиях можно выделить укрупненные, связанные между собой блоки: **ERP** (*Enterprise Resource Planning*) и **PDM** (*Project Data Management*). Они предназначены для решения организационно-технических проблем производства. Эти блоки позволяют проводить многовариантные численные исследования с целью поиска оптимальных схем управления производством, ресурсами и т.д.

Блок **ILS** (*Integrated Logistic Support*) позволяет моделировать материалопоток и логистику, т.е. находить оптимальные пути синхронной работы всех звеньев производства по подаче материалов, комплектующих и компонентов одновременно и по необходимости во времени.

Машины, механизмы и установки, агрегаты или детали в процессе их производства на машиностроительном предприятии являются изделиями.

Изделие – предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия в зависимости от их назначения делят на изделия основного и вспомогательного производства.

Различают специфицированные и неспецифицированные изделия. *Специфицированное* изделие состоит из нескольких частей. *Неспецифицированное* изделие не имеет составных частей.

Перечисленные ниже виды изделий установлены стандартами.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например, валик из одного куска металла, литой корпус и т. п.). У каждой детали, участвующей в сборке, имеются *сопрягающиеся* и *несопрягающиеся поверхности*.

Первые при сборке соприкасаются с поверхностями других деталей, образуя соответствующие сопряжения. При этом разные сопрягающиеся поверхности могут иметь различное назначение. Одни из них служат для присоединения данной детали к другим деталям (например, нижняя плоскость передней бабки токарного станка сопрягается с соответствующей поверхностью станины и определяет этим положение передней бабки относительно станины; шейки шпинделя станка, сопрягаясь с отверстиями вкладышей подшипников, определяют положение шпинделя станка; хвостовик турбинной лопатки, сопрягаясь с соответствующими пазами ротора, задает конкретные положения турбинной лопатке и т. д.). Такие поверхности называются *основными базами*.

Другие сопрягаемые поверхности служат для присоединения к данной детали других деталей сборочного соединения и носят название *вспомогательных баз* (например, поверхность станины, на которую опирается основная база передней бабки станка (ее нижняя плоскость), является вспомогательной базой станины; отверстие вкладыша подшипника, в котором устанавливается шпиндель станка, является вспомогательной базой вкладыша и т. д.). Таким образом, при сборке соединений основные базы одной детали опираются на вспомогательные базы другой.

Сопрягающиеся поверхности, имеющие назначение выполнять некоторые рабочие функции (поверхность шкива, соприкасающаяся с приводным ремнем; поверхность резьбы в винтовых механизмах; рабочая поверхность турбинной лопатки, соприкасающаяся с рабочим паром или газовой смесью и т. п.), называются *функциональными* (исполнительными или рабочими).

Функциональные (исполнительные) поверхности детали могут быть и несопрягающимися (например, отражательная поверхность зеркала и т. п.).

Остальные поверхности детали являются несопрягающимися («свободными») и служат лишь для оформления требуемой конфигурации детали. Они часто не обрабатываются или обрабатываются с пониженной точностью для предотвращения отрыва от необработанной поверхности окалины или для уравнивания и балансировки быстровращающихся деталей.

Базовые детали – детали с базовыми поверхностями, выполняющие в сборочном соединении (узле) роль соединительного звена, обеспечивающего при сборке соответствующее относительное положение других деталей. Применительно к общей сборке изделия, когда основными сборочными элементами являются уже собранные сборочные соединения (узлы), одно из этих соединений, удовлетворяющее изложенному выше требованию (сформулированному для базовой детали), называется *базовым сборочным соединением* (базовым узлом).

Сборочная единица (узел) – часть изделия, которая собирается отдельно и в дальнейшем участвует в процессе сборки как одно целое. Составные части сборочной единицы подлежат на предприятии-изготовителе соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, склеива-

нием, клепкой, опрессовкой и т. п.); например собираются шпиндельный узел, коробка скоростей, ротор турбины, составной коленчатый вал и т. п.

Сборочные единицы (узлы), в процессе общей сборки непосредственно входящие в изделие, называются *сборочными единицами 1-го порядка*. Сборочные единицы, входящие в сборочную единицу 1-го порядка, называются *сборочными единицами 2-го порядка* и т. д.

Отдельные детали (например, крепежные) могут входить в сборочные единицы любого порядка или непосредственно в собираемое изделие (рис. 5.1).

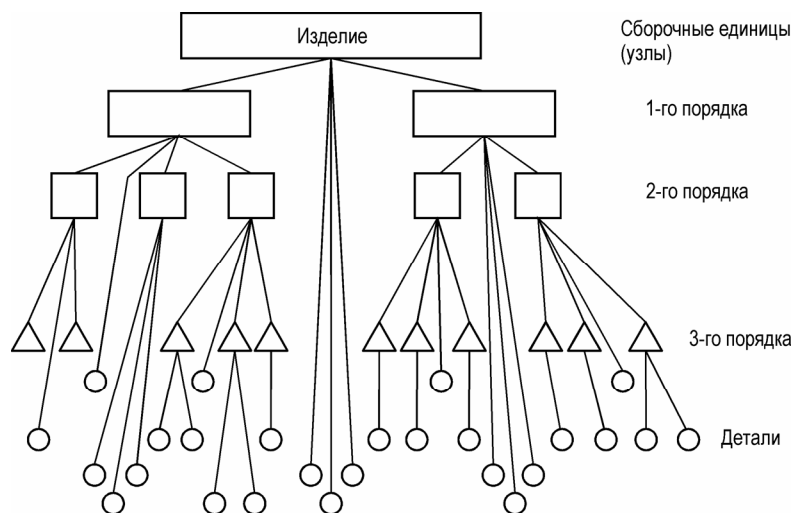


Рис. 5.1. Схема сборочных элементов

Собранное изделие может рассматриваться как сборочная единица 0-го порядка.

Сборочный комплект – группа составных частей изделия, которые необходимо подать на рабочее место для сборки изделия (ГОСТ 3.1109–82).

Объектами производства машиностроительных предприятий могут быть комплексы и комплекты изделий, кроме отдельных машин и их частей.

Комплекс – два и более специфицированных (состоящих из двух и более составных частей) изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например автоматическая линия, цех-автомат, станок с ЧПУ с управляющими панелями и т. п.

Комплект – два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, которые имеют общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей, измерительной аппаратуры, упаковочной тары и т. п.

Комплектуемое изделие – изделие предприятия-поставщика, применяемое как составная часть изделия, выпускаемого предприятием-изготовителем. Составными частями изделия могут быть детали и сборочные единицы (ГОСТ 3.1109–82).

Для построения эффективного технологического процесса сборки необходимо расчленить изделие на ряд сборочных единиц и деталей. Такое расчленение производится на стадиях конструкторской подготовки производства при разработке конструкции изделия (см. рис. 5.1). При этом составные части (сборочные единицы) могут быть спроектированы с учетом конструктивных или технологических требований. В соответствии с требованиями различают конструктивные сборочные единицы и технологические сборочные единицы, или узлы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Технология машиностроения	4
2. Научные инновационные технологии	5
3. Инновации в компьютерном сопровождении жизненного цикла изделий	6
4. Классификация машин по их функциональному назначению	10
5. Машина как объект производства	11
6. Сборочная единица	16
7. Качество машин и технологического процесса	17
8. Структура технологического процесса	20
9. Характеристика типа (вида) производства	23
10. Технологическая подготовка производства	27
11. Сравнительная трудоемкость конструирования машин, проектирования технологических процессов и оснастки	28
12. Свойства технологических процессов	28
13. Условная классификация методов обработки заготовок	29
14. Классификация способов литья	30
15. Классификация способов обработки металлов давлением	31
16. Классификация способов сварки	32
17. Классификация способов нанесения защитных покрытий	34
18. Классификация способов изготовления деталей из порошковых материалов	35
19. Классификация способов пайки	36
20. Классификация способов переработки пластмасс	37
21. Классификация способов термической обработки	38
22. Классификация способов химико-термической обработки стали	39
23. Классификация процессов сборки	40
24. Структура инновационных технологий	41
25. Методы обеспечения точности при механической обработке заготовок	42
26. Причины формирования макро-, микрогеометрии и волнистости при обработке заготовок на станках	43
27. Причины возникновения систематических погрешностей	44
28. Режимы резания	45
29. Установление режима резания	46
30. Геометрическая точность станков (классы точности станков)	47
31. Особенности силового нагружения станочной системы и взаимосвязь размеров соприкасающихся поверхностей	48
32. Погрешности, обусловленные нагреванием элементов технологической системы	52
33. Погрешности, связанные с износом режущего инструмента	53
34. Пути снижения трения	54
35. Свойства металлов	55
36. Строение поверхностного слоя металла	56
37. Схема поверхностного слоя металла	57
38. Отклонения формы (макроотклонения)	59
39. Шероховатость поверхности	59
40. Кинематика процесса резания	66
41. Классификация затрат рабочего времени	67
42. Основные элементарные погрешности обработки	69
43. Числовые характеристики случайных величин	71
44. Элементы математической статистики	73
45. Некоторые законы распределения	75
46. Композиция законов распределения	77
47. Показатели качества технологических операций и технологического процесса	79
48. Структура поля рассеяния	80
49. Классификация припусков на обработку	81

50. Размерные цепи и звенья. Конструкторские размерные цепи	83
51. Расчет размерных цепей.....	84
52. Пример расчета на максимум и минимум	85
53. Достоинства и недостатки метода расчета на максимум и минимум	86
54. Базирование в машиностроении.....	87
55. Классификация баз	88
56. Принцип совмещения (единства) баз.....	88
57. Принцип постоянства баз.....	90
58. Обозначения формы рабочей поверхности опор, зажимов и установочных устройств (ГОСТ 3.1178–81)	91
59. Обозначения опор, зажимов и установочных устройств на станках (ГОСТ 3.1107–81).....	92
60. Технологичность конструкции изделия.....	93
Л и т е р а т у р а	108

Учебное издание

Филонов Игорь Павлович
Баршай Игорь Львович

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор *А.В. Новикова*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректор *Е.З. Липень*
Компьютерная верстка *С.В. Шнейдер*

Подписано в печать 11.09.2009. Формат 84×108/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Офсетная печать. Усл. печ. л. 11,76. Уч.-изд. л. 10,02. Тираж 1200 экз. Заказ 2203.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство "Вышэйшая школа"».
ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск. <http://vshph.com>

Республиканское унитарное предприятие «Типография "Победа"».
ЛП № 02330/0056832 от 30.04.2004. Ул. Тавлая, 11, 220310, Молодечно.