МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ по дисциплине
«Технологии наукоемкого машиностроения»

*для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств», про-
филь «Технология машиностроения» всех форм обучения*

Воронеж 2022

УДК 621.9.047

Составители: Е.В.Смоленцев, В.Г. Грицюк

Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Технологии наукоемкого машиностроения» для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения» всех форм обучения / ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Е.В. Смоленцев, В.Г. Грицюк.- Воронеж, 2022. 16 с.

Методические рекомендации включают теоретические и практические сведения, необходимые для выполнения практических работ по дисциплине «Технологии наукоемкого машиностроения» для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения» всех форм обучения.

УДК 621.9.047

Рецензент д.т.н., профессор А.И. Кузовкин

Рекомендовано методическим семинаром кафедры «Технология машиностроения» и методической комиссией ФМАТ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1.1. Цели дисциплины

изучение студентами актуальных направлений развития машиностроения, служащих основой для научно-технического прогресса техники и технологий

1.2. Задачи освоения дисциплины

-получение представления о современном состоянии развитии машиностроения , как одного из этапов развития человеческой цивилизации

-выработка умения видеть общенаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности бакалавров

- выявление основных направлений развития науки и техники, их взаимовлияние, раскрытие проблем историко-научного и историко-технического процессов

1.3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технологии наукоёмкого машиностроения» относится к дисциплинам блока ФТД.

Процесс изучения дисциплины «Технологии наукоёмкого машиностроения» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-5 - Способен выбирать и определять технологические методы и способы изготовления деталей машиностроения средней сложности с учетом технологических свойств материала, типа производства, конструктивных особенностей изделий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	Знать основные закономерности развития техники
	Уметь использовать новейшие технологии поиска и обработки исторической информации
	Владеть методами поиска и синтеза информации
ПК-5	знать связь техники с социально-экономическими условиями общества
	Уметь применять полученные знания к анализу исторического развития отдельных важнейших направлений техники и технологий
	Владеть способностью ориентироваться в многообразии технологий машиностроения

К проведению практической работы обучающиеся готовятся заблаговременно: определяется какие вопросы нужно повторить, чтобы ее выполнить, просматриваются задания, оговаривается ее объем и время ее выполнения. Критерии оценки сообщаются перед выполнением каждой практической работы. Перед выполнением практической работы повторяются правила техники безопасности. При выполнении практической работы обучающийся придерживается следующего алгоритма:

1. Записать дату, тему и цель работы.
2. Ознакомиться с правилами и условиями выполнения практического задания.
3. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.
4. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
5. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.
7. Объем отчета может колебаться в пределах 5-10 печатных страниц, в зависимости от работы: тексты должны быть напечатаны 14 кеглем Times New Roman, через 1,5 интервала, поля страниц: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, абзац. отступ – 1,5 см или 10-15 рукописных; все приложения к работе не входят в ее объем.

Работа должна быть выполнена грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Предметом оценки освоения дисциплины являются умения, знания, общие компетенции, способность применять их в практической деятельности и повседневной жизни.

2. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

По дисциплине «Технологии наукоёмкого машиностроения», в зависимости от формы обучения, могут выполняться следующие практические работы:

Обзор существующих наукоёмких технологий машиностроения. Перспективные технологии машиностроения 21-го века. Вклад отечественных ученых в развитие технологии машиностроения

Классификация электрофизических и комбинированных методов обработки. Общие сведения о электроэрозионной обработке. Электрохимическая обработка. Ультразвуковая обработка. Лазерная обработка. Комбинированные виды обработки.

Понятие аддитивного производства. Предпосылки к зарождению аддитивных технологий. История возникновения и развития аддитивных технологий. 3D-моделирование как основа аддитивных технологий. Типы печати различными материалами. Виды материалов.

История развития компьютерных технологий в машиностроении. Виды программного обеспечения. Информационная схема предприятия. Значение информационных технологий для современного машиностроительного предприятия. Компьютерная поддержка жизненного цикла изделия

Методы контроля дефектов. Системы обеспечения качества. Виды контроля. Оборудование для контроля качества продукции.

Классификация и основные характеристики современных станков. Системы числового программного управления. Многоосевая обработка. Высокоскоростная обработка

Иерархия автоматизированных систем на предприятии. Цифровое предприятие. Роботизация машиностроения.

Подробное содержание, цели и задачи работ приведены в литературе, представленной в библиографическом списке.

3. КРАТКИЙ ОБЗОР СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Наукоёмкие технологии — основной сегмент какой-либо (любой) отрасли, реализующий инновации с помощью НИОКР. Таким образом, наукоёмкие технологии подразумевают под собой инвестиции в науку.

Начало техническим наукам было положено вышедшей в 1687 г. книгой И. Ньютона «Математические начала натуральной философии». Нужно отметить, что наука о машинах вначале развивалась в основном как описательная. Рассчитывались лишь некоторые параметры — размеры зубчатых колес, маховика, передаточного отношения, мощность двигателя и др. Каждый изобретатель непременно вносил что-то новое, что и вело к развитию Машин, ко все большему разнообразию механизмов, инструментов, приспособлений.

Первая промышленная революция конца XVIII — начала XIX в. ознаменована переходом к машинному производству на научной основе. Машина- техническое устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации.

Первым совместным и практическим достижением науки и практики изобретений является создание в 1784 г. паровой машины Джеймсом Уаттом. В этой машине не только сконцентрировался опыт его предшественников, но и реализовались результаты дальнейшего научного развития таких областей знаний, как пневматика и теория теплоемкости, созданная Дж. Блэком, который являлся научным наставником Дж. Уатта в университете г. Глазго. Считается, что созданная паровая машина Уатта — это первое техническое достижение в истории человечества, которое нельзя было изготовить не эмпирическим путем, т. е. без научного обос-

нования и расчетов. Поэтому не случайно машину Уатта его современники назвали «философской», т. е. научной, согласно терминологии того времени.

Так, с конца XVIII столетия начинается эпоха динамического развития техники и науки, а также переход от этапа, когда науке приходилось больше учиться у промышленности, чем помогать ей, к этапу, когда промышленность почти полностью стала основываться в своем развитии на достижениях науки. С этого времени стал преобладать машинный способ производства

В течение почти всего XIX в. паровая машина была основным универсальным промышленным и транспортным двигателем. Однако КПД паровой машины был небольшим, повысить его не удавалось, и поэтому велся поиск новых двигательных машин по трем направлениям.

Первое направление — разработка способа непосредственного преобразования энергии топлива в механическую энергию вращающегося кривошипа, минуя промежуточное превращение воды в пар, которое приводило к большим потерям энергии. Это направление привело к созданию двигателя внутреннего сгорания, включая двигатель дизельного типа.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС), в котором сгорание топлива и преобразование теплоты в механическую работу происходит внутри цилиндра, т. е. в самом двигателе, был создан во второй половине XIX в.

Каждый вид двигателей внутреннего сгорания имеет как преимущества, так и недостатки, и свои области применения. Карбюраторный двигатель как более легкий получил распространение в авиации и на транспорте. Дизельный двигатель стал применяться в качестве автомобильного, судового, тракторного двигателя и на дизельных электростанциях.

Технические параметры ДВС сыграли решающую роль в развитии многих отраслей промышленности. Например, физический вес единицы мощности ДВС, от которого зависит полезный эффект машин, намного меньше, чем у парового двигателя. Кроме того, повышение единичной мощности парового двигателя вело к увеличению его массы. В то же время у паровых транспортных средств этот параметр составлял 250-300 кг на одну лошадиную силу мощности. Снижение веса паровых машин приводит к падению их мощности. При этом если наземный паровой транспорт был технически возможен, но малоэффективен, то воздушный транспорт с паровыми двигателями просто невозможен. Только уменьшение предельного веса единицы мощности двигателя до 8,3 кг на лошадиную силу позволяло создать летательные аппараты, способные преодолеть земное притяжение и взлететь.

С изобретением ДВС была решена проблема создания самолетов. На самолете А. Ф. Можайского было установлено два паровых двигателя

общей мощностью в 30 л. с. при удельной мощности общей двигательной установки 8 кг/л. с. Это позволило его самолету лишь оторваться от земли, но не взлететь. Благодаря изобретению ДВС, поставленного на самолет братьев Райт, началась эпоха авиации. Вскоре же (в 1903 г.) был создан бензиновый мотор мощностью 52 л. с. с удельным весом 2,5 кг/л. с. В 1909 г. — ДВС мощностью 80 л. с. с удельным весом 1,5 кг/л. с.

Второе направление — непосредственное получение вращательного движения с помощью улучшения древнейшего принципа машины, заложенного в водяном колесе. Здесь результат поисков реализовался сначала в водяной турбине, затем в турбине, в которой рабочим телом стал пар, а уже в XX в. — газ, в том числе - водород.

По сравнению с паровой машиной турбина является более совершенным двигателем. В ней нет кривошипно-шатунного механизма, гораздо более высокий КПД.

Постепенно паровая турбина становится основным двигателем на электростанциях и кораблях. Мощность паровых турбин в одном агрегате достигала 1200 МВт.

В конце XIX в. были созданы газовые турбины, близкие по конструктивному выполнению к паровой турбине, применяющиеся в авиации в качестве привода компрессора турбореактивного двигателя и в жидкостных реактивных двигателях. Особенно перспективно происходило развитие газотурбинных установок. У них удельный расход теплоты снижен на 4,7 % по сравнению с паротурбинными установками.

Третье направление связано с освоением нового вида энергии — электрической — для работы механизмов. Постепенно электродвигатели постоянного тока стали применять для разнообразных рабочих машин, станков и механизмов.

Так произошел окончательный переход от группового привода к индивидуальному.

У отдельного электропривода большие преимущества:

1. станки с электродвигателем можно установить в любом месте
2. электроэнергия подводится с помощью проводов;
3. в зависимости от потребностей можно применять электродвигатели разной мощности.

В XX в. стремительно шло слияние различных направлений технологического развития в единую техносферу (возникновение единой системы «наука—техника — индустриальное производство») с взаимозависимыми функциональными частями, охватывавшими всю планету и околоземное пространство (глобальный транспорт, глобальная связь, глобальное перераспределение энергетических и сырьевых ресурсов и т. д.).

Организация поточного производства — одно из величайших изобре-

тений XX в., способ организации производства, характеризующийся расчленением производственного процесса на отдельные, относительно короткие операции, выполняемые на специально оборудованных, последовательно расположенных рабочих местах — поточных линиях

Принцип взаимозаменяемости деталей машин позволил Генри Форду в начале XX в. на своих заводах в США внедрить конвейерную сборку автомобилей и их двигателей (рис. 12.4). Это мероприятие позволило децентрализовать технологический процесс сборки на множество мелких операций и связать потоком изделий разные рабочие места. Такой подход дал следующие результаты:

- максимально снизилась трудоемкость каждой отдельной технологической операции и требования к квалификации ее исполнителей;
- практически до нуля сократилось время пролеживания деталей в местах промежуточного складирования, поскольку они сразу использовались в изделии;
- высокая скорость движения конвейера задавала темп не только сборки изделий, но и изготовления деталей; по явилась возможность суточного планирования программ выпуска различных деталей, производство стало более ритмичным и организованным.

Таким образом, внедрение взаимозаменяемости деталей и конвейерной сборки привело к новой организации труда, снизило себестоимость изделий при увеличении объемов их производства.

Благодаря изобретению Форда человечество за последние 80 лет получило невиданный прирост материальных благ. С его повсеместным внедрением промышленность развитых стран как бы вышла на новый, качественно другой уровень и оказалась через несколько десятилетий готовой к внедрению новых высоких технологий — всеобъемлющей механизации, автоматизации и роботизации производства, т. е. всего того, что принесла научно-техническая и промышленно-технологическая революция 50-90-х гг. XX в.

К концу 20 века произошли такие важные для машиностроения события, как:

- 1) расширение использования электрической и применение атомной энергии в мирных целях;
- 2) проникновение электроники в различные сферы деятельности человека;
- 3) улучшение природных свойств материалов и создание искусственных материалов с заданными свойствами;

К другим значительным техническим достижениям относятся:

- в 50-х гг. полупроводниковые приборы — транзисторы; полупроводниковая аппаратура; полимерные материалы, пластмассы, волокна;

оптические квантовые генераторы; непрерывное литье в сталеплавильном производстве; производство стали прямым обогащением руды; электрофизические и электрохимические методы обработки материалов; порошковая металлургия; ультразвуковая диагностика; станки с ЧПУ; электрофотография (ксерокопирование);

- в 60-х гг.: цифровые ЭВМ на полупроводниковых приборах; голографическое пространственное изображение;
- в 70-х гг.: автоматизированное проектирование; мембранная технология; композитные материалы; волоконная оптика; роторно-конвейерные линии обработки материалов; гибкое автоматизированное производство; магнитногидродинамические генераторы; высокотемпературные сверхпроводящие материалы и др.

В машиностроении увеличился парк станков, значительно возросли скорости резания металлов, прокатки,ковки, термообработку. Все большее значение обретали новые способы литья и штамповки.

В конце 20 века наступил так называемый пятый технологический уклад глобальная автоматизация производства, внедрение информационных технологий, дальнейшее освоение возможностей микроэлектронных компонентов. Это была так называемая Третья промышленная революция (Индустрия 3.0).

К началу 21 века компьютеры стали основой для организации производственных процессов. Можно было выпускать продукцию без станков, но продать ее без компьютера – практически не возможно.

Все эти достижения и, в первую очередь, массовое внедрение компьютеров привело к тому, что сейчас мы находимся на рубеже новой эпохи – так называемой индустрии 4.0, шестого технологического уклада.

Это проникновение интернета и искусственного интеллекта во все сферы экономики, то есть полная цифровизация. Термин «Индустрия 4.0» появился в 2011 году в Германии. Он обозначал умные заводы — те предприятия, где внедряют цифровые технологии. в Америке называется интернет вещей, в Китае — интернет 2.0, а в России — цифровая экономика

Промышленные революции меняют не только производство, но и всю жизнь людей. Индустрия 4.0 имеет потенциал изменить не только экономику и систему отношений между людьми, но даже повлиять на то, что значит быть человеком. Ведь она предполагает повсеместное внедрение искусственного интеллекта, роботизацию, интернет вещей, био- и нейротехнологии.

Четвёртая промышленная революция связывается с так называемыми ключевыми технологиями, которые «скоро» должны прочно войти в нашу жизнь. К данным технологиям причисляют следующие:

Облачные вычисления. Облачные вычисления это мощнейший инструмент концепции «Индустрия 4.0» и цифровой трансформации. Возможности современных облачных технологий далеко не ограничиваются повышением скорости, масштабируемости, удобства хранения и экономической эффективности. Они являются основой для новейших технологий — от ИИ и машинного обучения до Интернета вещей — и предоставляют компаниям техническую возможность внедрения инноваций. Данные, на которых строятся технологии «Индустрии 4.0», хранятся в облаке, а киберфизические системы, составляющие ядро этой концепции, используют облако для связи и координации.

Дополненная реальность (AR). Инструменты дополненной реальности, накладывающие цифровой контент на реальную окружающую среду, являются ключевым компонентом «Индустрии 4.0». Работая в среде дополненной реальности, сотрудники используют умные очки или мобильные устройства для визуализации данных Интернета вещей реального времени, оцифрованных деталей, инструкций по ремонту или сборке, обучающего контента и другой информации, глядя при этом на материальный объект — например, единицу оборудования или продукт. AR все еще находится на раннем этапе своего развития, но уже сегодня оказывает серьезное влияние на процессы технического обслуживания, предоставления услуг и обеспечения качества, а также на обучение технических специалистов и обеспечение безопасности.

Промышленный Интернет вещей (IIoT). Интернет вещей (IIoT) — точнее говоря, промышленный Интернет вещей — настолько важен для «Индустрии 4.0», что эти два термина часто используются как взаимозаменяемые. Большинство физических объектов в «Индустрии 4.0» — устройства, роботы, машины, оборудование, продукты — используют датчики и RFID-метки для предоставления в реальном времени данных о своем состоянии, производительности или местоположении. Эта технология позволяет компаниям оптимизировать цепочки поставок, быстро проектировать и модифицировать продукты, предотвращать простой оборудования, оставаться в курсе предпочтений потребителей, отслеживать продукты и запасы и т. д.

Аддитивное производство/3D-печать. Аддитивное производство, или 3D-печать, — еще одна ключевая технология, лежащая в основе концепции «Индустрия 4.0». 3D-печать изначально использовалась как инструмент быстрого создания прототипов, однако теперь предлагает более широкий спектр сценариев применения — от массовой кастомизации до распределенного производства. Так, применение 3D-печати позволяет хранить детали и продукты в виде файлов проектных данных на виртуальных складах и печатать их по запросу в момент возникновения по-

требности, сокращая как расстояния транспортировки, так и затраты.

В новом тысячелетии потребность в более качественном, быстром и дешевом проектировании всё усложняющейся продукции возможно решать путем быстрого изменения моделей производства и бизнеса, их ментального приспособления к требованиям сложившейся ситуации на рынке. Например, в 90-х годах важной проблемой была организация совместной работы многочисленных сотрудников внутри предприятия, обеспечение параллельной работы при проектировании и производстве изделия. В настоящее время коллаборативность необходимо обеспечивать в условиях, когда отдельные специалисты, подразделения и компании работают и вносят вклад в процесс разработки или производства изделия в несоизмеримо более разветвленных компьютерных сетях, находясь, зачастую, в очень удаленных географических регионах.

Ввиду этого, особую ценность сегодня приобретают возможности, обеспечивающие синхронную работу многих пользователей в режиме реального времени. Многие считают, что внедрение таких инструментов тормозится наличием проблем с обеспечением безопасности при передаче данных, а также ограниченной производительностью подобных систем. Однако в реальности камнем преткновения остается сопротивление изменениям, вызываемое привычкой к сложившейся практике.

“Цифровой двойник” — это набор компьютерных моделей, позволяющих виртуально проектировать, проверять и оптимизировать детали, изделия и технологические процессы или целые производственные линии [4]. Это делается быстро, точно и с максимальным приближением к реальному прототипу. “Цифровые двойники” используют данные с датчиков, установленных на реальных объектах. Это позволяет представлять их состояние, режим работы или расположение практически в реальном времени.

По классической схеме технология “цифрового двойника” внедряется в процессы конструирования, технологического проектирования и в контуры обратной связи, предоставляющие создателям изделия информацию о его эксплуатации.

В состав “цифрового двойника” входит вся конструкторская информация по изделию, а именно:

- 3D-модели (создаваемые в CAD-системах);
- модели систем изделия (создаваемые в системоориентированных средствах разработки);
- спецификация материалов;
- 2D и 3D-модели для проведения инженерных расчетов в CAE-системах;
- встроенное программное обеспечение;

-проекты электронных узлов изделия.

В результате получается полнофункциональная компьютерная модель изделия, пригодная для решения практически 100% задач виртуального тестирования и испытаний. При этом устраняется потребность в изготовлении опытных образцов, сокращаются сроки разработки и повышается качество готовой продукции. Кроме того, предприятие может быстрее реагировать на пожелания заказчиков.

Применительно к производству ценность “цифрового двойника” заключается в уникальной возможности виртуально имитировать всю производственную систему, что позволяет проверять и оптимизировать её. “Цифровой двойник” также позволяет проконтролировать процесс изготовления изделия, его деталей и узлов, при помощи разработанных технологических процессов, имеющихся производственных линий и систем автоматизации.

Более того, “цифровой двойник” дает возможность включить и задачи логистики для разработки эффективной схемы поставок материалов на производственную линию. Таким образом, задачи снабжения решаются и в рамках “цифрового двойника”, и в рамках реальной логистической системы. Робокраны, стеллажи, контейнеры и конвейеры тоже становятся частью “цифрового двойника” производства - вернее, “умной фабрики”.

Следует подчеркнуть, что, хотя небольшим организациям и не требуется внедрять все элементы “цифрового двойника”, ряд этих элементов является критически важным независимо от размера предприятия. Без них даже небольшая и гибкая компания не сможет выдержать конкуренции.

Для большинства производителей наиболее важными являются два использования цифрового двойника: “Умный завод” и “Умное изделие”.

На продвижение концепции “умного завода” развитые страны направляют серьезные ресурсы. Данная концепция обеспечивает высокую производительность и сохранение рабочих мест в промышленности. Что же называется “умным заводом”?

В основе умного завода лежат такие концепции, как подключение всего оборудования к сетям передачи данных и гибкость производственных процессов. Партия может состоять всего из одного изделия. Детали, узлы и готовые изделия транспортируются на роботизированных тележках. У такой тележки нет фиксированного маршрута: она перемещается от одной позиции к другой в соответствии с маршрутом технологического процесса, но при этом следующая точка маршрута (станок, участок сборки или контроля) выбирается в соответствии с их текущей загруженностью.

В любой момент времени тележка рассчитывает маршрут к следующей точке, и в новое место назначения направляется соответствующая управляющая программа, причем все эти изменения вносятся динамически, прямо в ходе производства. Робот, станок или 3D -принтер получает новую управляющую программу и ждет доставки новой заготовки. Аналогично распределяются и все прочие производственные ресурсы: режущий инструмент, оснастка, приспособления.

Технологическое оборудование будет обмениваться информацией, сообщая, как минимум, такие сведения: свое местонахождение, состояние (работа/ ожидание/ заблокировано), температура, влажность и пр. Если речь идет о станке с ЧПУ или автоматизированном производственном участке, то объем собираемых данных существенно возрастает.

Если же это станок с ручным управлением (или участок таких станков), то информация собирается при помощи дополнительно устанавливаемых датчиков.

Чтобы получить максимальную гибкую систему, технологические ресурсы будут обмениваться информацией между собой, а также с деталями, узлами и изделиями. На заводе будущего в каждое изделие будет встраиваться чип, хранящий всю необходимую информацию о технологических процессах и операциях контроля качества. Когда такое изделие поступает на участок, с чипа загружаются следующие данные: какую технологическую операцию необходимо выполнить, какую оснастку применить, какую управляющую программу загрузить в стойку управления станка, какие потребуются детали и материалы, а также каков требуемый уровень квалификации рабочих.

Кроме того, часть производственных ресурсов будет размещаться на подвижных платформах. Это еще больше повышает гибкость, позволяя доставлять эти ресурсы к детали или изделию по мере необходимости.

Например, робот с ЧПУ устанавливается на подвижную роботизированную тележку, которая отвозит его в нужное место для выполнения операции механической обработки или полирования. При этом перемещать само изделие или заготовку не требуется.

При такой организации производства, после операции 3D -печати детали или узла с помощью 3D -принтера, можно довести работу до конца, сразу же направив туда робота для выполнения финишных операций.

Облачная система автоматизированного управления производством (Manufacturing Operations Management, MOM) собирает поступающую от технологических ресурсов информацию, тем самым помогая создавать эффективные и гибкие производственные процессы, а также обеспечивать высокую производительность и минимальные простои оборудования.

В ходе производства информация, поступающая от технологического процесса, детали, изделия и технологических ресурсов, передается в конструкторско-технологические службы предприятия. Она помогает инженерам в улучшении конструкции изделия, повышении эффективности технологии его изготовления и выявлении оптимальных приемов работы путем сравнения вариантов организации производства на различных предприятиях в разных странах мира.

На умном заводе люди трудятся вместе с роботами-сотрудниками (“со-роботами”). Такие роботы оснащаются большим количеством датчиков и эффективно взаимодействуют с людьми.

Такие модели позволяют точно оценивать возможные риски, а также проверять технологическую среду на соответствие нормам техники безопасности

Роботы с системами технического зрения и искусственного интеллекта смогут функционировать автономно, перемещаясь в нужное место и точно воспроизводя выполняемые вручную операции. Они также смогут приспосабливаться к меняющимся условиям - например, к перемещению деталей или изделий.

Обучение персонала на умном заводе будет проводиться с применением технологий виртуальной реальности (Virtual Reality, VR). Возможности VR позволяют изучать технологические линии в виртуальном мире, буквально заглядывая внутрь оборудования, причем задолго до того, как оно появится в цехе. При помощи устройств виртуальной реальности ремонтники будут обучаться выполнению технического обслуживания сложных технологических систем, а цеховой персонал сможет осваивать правила управления оборудованием и выполнения технологических процессов.

После того как производственная линия смонтирована, рабочие смогут воспользоваться технологией дополненной реальности. Она позволяет изучать технологические процессы в виде анимаций, без труда выявлять следующую технологическую операцию (просто направив камеру устройства на заготовку или изделие), а также проверять правильность действий рабочих. Кроме того, при наличии подобных возможностей рабочие смогут направлять роботов в недоступные для человека места, и выполнять там технологические операции.

Все изменения в технологической системе предприятия автоматически фиксируются и при помощи МОМ-системы загружаются в главное хранилище данных PLM-системы. Как следствие, при разработке технологического процесса для выпуска нового изделия на существующей производственной линии, инженеры могут по максимуму использовать уже имеющиеся данные.

Итак, ценность “цифрового двойника” заключается вот в чём: он обеспечивает гибкость, а также сокращает сроки проектирования производства и проведения конструкторско-технологической подготовки. “Цифровой двойник” повышает качество продукции и даже открывает возможности для новых моделей ведения бизнеса, благодаря которым предприятия малого и среднего размера могут расти и внедрять самые современные производственные технологии. “Цифровой двойник” поможет всем предприятиям в решении таких задач, как сокращение сроков выпуска изделий на рынок, снижение себестоимости, повышение гибкости, качества и производительности на всех организационных уровнях

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смоленцев Е.В. Технология машиностроения. САПР в машиностроении: курс лекций (учебное пособие) / Е.В. Смоленцев, В.Г. Грицюк, С.В. Ковалев // ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. 132 с
2. История развития технологии машиностроения: учеб. пособие / В.П. Смоленцев, А.В. Кузовкин, А.И. Болдырев, В.И. Гунин .- Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2001. – 259 с.
3. Зайцев Г. Н. История техники и технологий [Электронный учебник] : учебник / Зайцев Г. Н.. - Политехника, 2012. - 416 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/15897>
4. Соломатин В. А. История науки [Электронный учебник] : учебное пособие / Соломатин В. А.. - Пер Сэ, 2012. - 352 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop .ru/7377>
5. Тихомирова Л. Ю. История науки и техники [Электронный учебник] : конспект лекций / Тихомирова Л. Ю.. - Московский гуманитарный университет, 2012. - 224 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/14518>

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации по выполнению практических работ	1
2. Тематика и содержание практических работ	4
3. Краткий обзор содержания практических работ	3
Библиографический список	14

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ по дисциплине
«Технологии наукоемкого машиностроения»

для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств»,
профиль «Технология машиностроения»
всех форм обучения

Составители:

Смоленцев Евгений Владиславович
Грицюк Василий Григорьевич

В авторской редакции

Подписано в печать 04.06.2021

Формат 60x84 1/8 Бумага для множительных аппаратов Уч.-изд. л. 3,3
Усл. печ. л. 3,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ 396026 Воронеж,
Московский просп., 14