

Ульяновский государственный университет [региональный опорный вуз]

# ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

СПРАВОЧНИК КОМПЕТЕНЦИЙ [РАСШИРЕННЫЙ]  
ВЫПУСКНИКОВ УЛГУ

Инженер-технолог  
Инженер-конструктор  
Организатор производства

2018

# ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ

«ЦИФРОВОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО  
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ  
ИЗДЕЛИЙ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ»

## КАФЕДРА

МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ  
[ММТС]

Ульяновский государственный университет в 2017 году как победитель конкурса Минобрнауки РФ получил статус опорного вуза региона.

Одним из стратегических направлений программы развития Университета является создание центра компетенций «Цифровое производство высокотехнологичных изделий в машиностроении» с Инжиниринговым центром «Виртуальный инжиниринг и аддитивные технологии».

На основе накопленных знаний и опыта преподавателями Университета ведётся подготовка современных конструкторов, технологов, специалистов по организации и управлению производством на базе цифровых технологий. Специалисты коллектива владеют аппаратом математического и компьютерного моделирования процессов, конструкций и устройств. Владеют знаниями в области разработки автоматизированных систем управления производством, разработки и применения современных технологий и конструкций (3D-моделирования, 3D-прототипирования, аддитивных технологий, виртуального моделирования реальных процессов, конструкций и устройств).

Для решения задачи систематизации и представления информации о ключевых профессиональных компетенциях, которые получают студенты в процессе их подготовки в Университете по направлениям «Авиастроение», «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Системный анализ и управление» разработаны и представлены перечни компетенций по группам квалификаций: «Инженер-конструктор», «Инженер-технолог» и «Специалист по управлению машиностроительным производством» с учётом требований профессиональных и образовательных стандартов. На базе профессиональных стандартов был проведен анализ трудовых функций основных категорий инженерно-технических работников: специалистов по конструированию, специалистов по проектированию оснастки и специального инструмента, специалистов по прочностным расчетам, специалистов по аддитивным технологиям, технологов, управленцев и др. В соответствии с трудовыми функциями приведены компетенции из образовательных стандартов по соответствующим направлениям для основных групп квалификаций. Кроме того, сформулированы дополнительные компетенции и навыки, формируемые у студентов в процессе работы в центре компетенций «Цифровое

производство высокотехнологичных изделий в машиностроении» и обучения на кафедре математического моделирования технических систем.

Следующим шагом будет разработка базовой структуры компетенций, основанной на организационной схеме предприятия. Это позволит повысить наглядность и покажет раскладку компетенций по уровням организационной структуры.

Данная информация предназначена для дирекции по персоналу, технической дирекции, руководителей и специалистов структурных подразделений предприятий (конструкторских, технологических отделов, отделов автоматизации, отделов управления проектами). Материалы призваны сформировать у предприятия представление о возможностях (готовности) к профессиональной деятельности и компетенциях будущих выпускников-молодых специалистов. Понять их применимость для работы предприятия и решения существующих производственных проблем с максимальной эффективностью.

В основу этого материала положен задел и результаты научной и образовательной деятельности Университета за 2011-2016 гг.

Основное научное направление связано с исследованием и разработкой автоматизированных систем цифрового производства на базе цифровых технологий «точно в срок, с заданной себестоимостью и учётом рисков».

Это направление разрабатывается совместно с АО «Авиастар-СП» в рамках программ Минобрнауки РФ, федеральных целевых программ и НИОКР, что позволило сформировать современную материально-техническую базу и необходимое программное обеспечение, сформировать творческий коллектив из числа преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и магистров (средний возраст которых менее 35 лет), владеющих современными компетенциями в области цифровых технологий и имеющих опыт работы с промышленными предприятиями. В рамках программы подготовки кадров для предприятий ОПК разработана система опережающей подготовки кадров. Университет определён соответствующим протоколом в качестве опорного вуза ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация».

В 2017-2019 гг. университет по договору с АО «Авиастар-СП» и в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ выполняет проект по исследованию и разработке интегрированной автомати-

зированной системы управления производственно-технологическим планированием авиастроительного предприятия на базе цифровых технологий.

Реализация проекта в 2019 году позволит создать основы для разработки автоматизированных систем подготовки производства и изготовления воздушных судов «точно в срок и под заданную стоимость» с учётом компенсации и минимизации рисков. Внедрение разработанной системы обеспечит повышение эффективности производства воздушных судов с учетом многономенклатурного планирования.

В период выполнения работ для АО «Авиастар-СП» параллельно проводились работы для других важных промышленных предприятий региона. Совместно с АО «Ульяновского Конструкторского Бюро Приборостроения» выполнялись работы, связанные с проведением тепловых расчётов печатных плат в процессе эксплуатации, кроме этого были проведены работы по созданию прототипов различных изделий с применением современных аддитивных технологий. В результате работы были получены новые компетенции и умения работы с современными технологиями.

Важным этапом развития цифровых технологий является реверсивный инжиниринг. Эта технология включает в себя получения цифровых моделей любых сложных изделий или компонентов при помощи 3D-сканирования. Компетенции в области обратного инжиниринга были получены в процессе выполнения задач по оцифровке деталей штампа на АО «УАЗ». В результате выполнения работ были получены цифровые модели штампов, имеющие сложный профиль, и на основе полученных моделей были подготовлены чертежи изделий.

Выпускники кафедры математического моделирования технических систем готовы работать в следующих видах профессиональной деятельности:

- Конструктор,
- Технолог,
- Организатор производства.

С уважением, коллектив центра компетенций «Цифровое производство высокотехнологичных изделий в машиностроении» и кафедры ММТС, УлГУ.

## ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ

ВЫПУСКНИКОВ  
УлГУ

по направлениям  
подготовки  
бакалавров  
и магистров  
в области  
цифрового  
производства  
в машиностроении

# ИНЖЕНЕР-ТЕХНОЛОГ

## КОМПЕТЕНЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

[трудовые функции]

- Обеспечение технологичности конструкции изделий машиностроения.
- Выбор заготовок для производства деталей машиностроения.
- Разработка технологических процессов изготовления изделий машиностроения.
- Проектирование технологической оснастки, разработка технических заданий на проектирование технологической оснастки, технологического оборудования, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации.
- Контроль и управление технологическими процессами изготовления изделий машиностроения.
- Проектирование технологического оснащения производственных участков.
- Проектирование технологических операций изготовления деталей типа тел вращения на станках с ЧПУ.
- Отладка на станках с ЧПУ управляющих программ изготовления деталей типа тел вращения.
- Отладка на станках с ЧПУ управляющих программ изготовления корпусных деталей.
- Проектирование технологических операций изготовления корпусных деталей на станках с ЧПУ.
- Разработка управляющей программы и программирование станка с числовым программным управлением 2-х и 3-х координатной обработки лезвийным инструментом.
- Отладка управляющей программы станка с числовым программным управлением 2-х и 3-х координатной обработки лезвийным инструментом.
- Разработка управляющей программы и программирование станка с числовым программным управлением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки лезвийным инструментом.
- Отладка управляющей программы станка с числовым программным управлением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки лезвийным инструментом.
- Разработка директивных технологических процессов для производства изделий АТ из ПКМ.
- Сопровождение жизненного цикла продукции машиностроения.
- Исследование производства и формирование предложений по его совершенствованию.
- Проведение экспериментальных работ и исследований прочности элементов ЛА.
- Составление математических моделей для расчетов на прочность элементов ЛА.
- Проведение расчетов на прочность элементов ЛА и силовой оснастки.
- Определение потребности производственного участка в инструментах и инструментальных приспособлениях.
- Создание новых и изменение существующих форм технологических документов.
- Составление справочников средств технологического оснащения, конструкторско-технологических решений, нормативно-методической документации.
- Администрирование систем автоматизированного проектирования технологических процессов.
- Компьютерная разработка комплектов технологических документов на технологические процессы изготовления типовых, унифицированных и стандартизованных изделий с использованием формализованных алгоритмов.
- Внесение изменений в комплекты технологических документов на технологические процессы изготовления типовых, унифицированных и стандартизованных изделий.
- Обработка деталей на металлообрабатывающих станках.
- Проведение прочностных расчетов авиационных конструкций.

## ТРЕБОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

[способности]

- Владение навыками работы с компьютером как средством управления информацией.
- Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.
- Выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования.
- Организация рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования.
- Владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины.
- Разработка документации по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
- Использование основных закономерностей, действующих в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
- Участие в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.
- Сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
- Выбор основных и вспомогательных материалов для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
- Применение способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
- Участие в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых

функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.

- Участие в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
- Проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
- Участие в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.
- Выполнение работ по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
- Определение номенклатуры параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.

■ Участие: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.

■ Участие в разработке мероприятий по проектированию процессов разработки и изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, их внедрения.

■ Выбор технологии, инструментальных средств и средства вычислительной техники при организации процессов проектирования, изготовления, контроля и испытаний продукции; средства и системы автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством.

■ Участие в организации мероприятий по повышению качества продукции, производственных и технологических процессов, техническому и информационному обеспечению их разработки, испытаний и эксплуатации, планированию работ по стандартизации и сертификации, а также актуализации регламентирующей документации.

■ Участие в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве.

■ Выявление причин появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать соблюдение технологической дисциплины на рабочих местах.

■ Участие во внедрении и корректировке технологических процессов, средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики при подготовке производства новой продукции и оценке ее конкурентоспособности.

■ Участие в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

- Наполнение и внедрение систем хранения нормативно-справочной информации.
- Автоматизация проектирования и нормирования технологических процессов с использованием современных САПР ТП.
- Внедрение современных САПР ТП на предприятии.
- Назначение ресурсов на операции технологических процессов с использованием электронных справочников предприятия.
- Создание автоматизированной системы управления жизненным циклом станочной оснастки, включающую:
  - разработку электронных моделей;
  - разработку информационного обеспечения;
  - разработку и внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Анализ жизненного цикла изделия.
- Разработка требований для программного обеспечения под специфичные требования предприятия.
- Анализ процессов проектирования электронных моделей.
- Внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Разработка систем принятия решения выбора СТО.
- Разработка и верификация управляющих программ для станков с ЧПУ с применением САМ-систем (NX, Vericut), включающая:
  - разработку управляющих программ фрезерной и токарной обработки в САМ-системах;
  - разработку библиотек оборудования, режущего инструмента, оснастки, режимов резания для разработки управляющих программ в САМ-системах;
  - разработку кинематических моделей металлорежущих станков для верификации управляющих программ;
  - верификацию управляющих программ на основе траектории и G-кода.
- Моделирование сложных технологических и физико-химических процессов литья с помощью систем автоматизированного проектирования, включающее:
  - компьютерный анализ литейной технологии и его адаптация к условиям производства;
  - диагностику литейных дефектов;
  - проектирование перспективных литейных процессов и производства отливок;
  - методы определения теплофизических свойств литейных материалов;
  - прогнозирование структуры заготовок при термообработке и др.

■ Моделирование сложных технологических и физико-химических процессов объемной штамповки, включающее:

- расчет вязкопластической и упругопластической деформации заготовки;
- расчет совместной тепловой и механической задач системы Заготовка-Инструмент;
- расчет сложных составных инструментов;
- расчет деформации одновременно нескольких заготовок из разных материалов;
- расчет износа и деформации инструмента;
- предсказание дефектов и текстуры деформируемой заготовки;
- задание специальных граничных условий для заготовки и инструмента;
- расчет термо-упруго-пластической задачи.

■ Моделирование сложных технологических и физико-химических процессов термообработки и сварки, включающее:

- расчет напряженно-деформированного состояния сварных соединений и элементов сварной конструкции в зависимости от условий закрепления и типов креплений;
- расчет технологических и рабочих напряжений в процессе термообработки изделий;
- расчет тепловой задачи с определением глубины проплавления, ширины зоны термического влияния, подбор оптимальных параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки) локальных соединений при использовании;
- оценка возможности образования трещин в сварном соединении;
- определение микроструктуры шва и околошовной зоны (определение металлургических фаз).

■ Использование системы виртуального инжиниринга IC.IDO для:

- оценки последовательности сборочных операций;
- проверки и документирования производственных процессов;
- моделирования прокладки проводов и шлангов;
- анализа процессов сборки-разборки в режиме реального времени;
- выбора оптимальной сборочной последовательности из нескольких вариантов;
- оптимизации эргономических и геометрических характеристик изделия на стадии проектирования для удобного и эффективного осуществления операций по обслуживанию и ремонту;

- оценки безопасности и комфорта операций работников, выполняющих технологические процессы сборки узлов и агрегатов изделия;
- создания интерактивных обучающих руководств по сборке изделия;
- демонстрации вариантов дизайнерских решений изделия на ранних стадиях разработки.

- Проектирование новых и оптимизация существующих технологических процессов механообработывающего, заготовительно-штамповочного и агрегатно-сборочного производств под заданные требования трудоёмкости и длительности циклов с применением системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) ТЕМП-2.
- Понимание особенностей состава и структуры данных конструкторской и технологической документации и процессов ее согласования, доработки и утверждения регламентированного стандартами, реализуемыми интегрированными автоматизированными системами АО «Авиастар-СП».
- Разработка и сопровождение проектной и рабочей электронной технологической документации на изделия АТ с использованием САД-системы Siemens NX в PDM системах (ТСЕ и БД ЭОИ) с применением САПР ТП ТЕМП-2.
- Разработка технологий под новое оборудование с учетом требований к заданной трудоёмкости и длительности производственных циклов за счёт применения комплекса автоматизированных систем (САД/САМ-системы Siemens NX, PDM-систем БД ЭОИ, САПР ТП ТЕМП-2, ERP-системы АСУ ПР).
- Разработка и сопровождение информационного обеспечения в виде нормативно-справочной информации (покупной и специальный инструмент, оборудование, оснастка, материалы), операций и переходов с увязкой с нормативами времени выполнения работ основных производств для разработки, ведения и изменения техпроцессов в САПР ТП ТЕМП-2.
- Использование современных информационных технологий (включая аддитивные технологии) и автоматизированных систем управления жизненным циклом (проектирование, изготовление, применение, доработка, ремонт и утилизация) СТО.
- Формирование технических требований по развитию современных отечественных автоматизированных систем: САПР ТП – систем (ТЕМП-2), MES – систем (ФОБОС), PDM – систем (БД ЭОИ), ERP – систем (АСУ ПР), и др. и участвовать в мероприятиях по их до/разработке и внедрению на предприятии.
- Разработка средств автоматизации работы технолога-программиста: средств автоматизации САМ модуля NX; кинематические модели программно-управляемого оборудования; программные приложения с использованием API Siemens NX; шаблоны обработки и черчения, библиотеки оснастки и режимов резания для САМ модуля NX; постпроцессоры для комбинации станок/система ЧПУ; схемы верификации управляющих программ.
- Моделирование технологических процессов обработки силовых интегральных конструкций из полимерных композиционных материалов с применением САЕ-систем при производстве ближне-среднемагистрального самолёта МС-21.
- Проведение метрологического обеспечения технологического процесса для выявления дефектов и проведения оценки внутренних и внешних характеристик конструкций из полимерных композиционных материалов в зависимости от их структуры.
- Использование перспективных технологий механической обработки деталей и конструкций из полимерных композиционных материалов, а так же смешанных пакетов материалов (ПКМ-Ti, ПКМ-Al, ПКМ-Ti-Al и т.д.).
- Обеспечение технологической подготовки производства и изготовление деталей АТ с применением автоматизированных/роботизированных производственных комплексов изготовления, обработки, контроля и сборки авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов и смешанных пакетов.
- Разработка проектной и рабочей электронной конструкторской и электронной технологической документации в соответствии с жизненным циклом продукции с использованием PDM-систем и систем автоматизированного проектирования технологических процессов;
- Моделирование различных металлургических операций в современных программных комплексах

# ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР

КОМПЕТЕНЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ  
[трудовые функции]

## Специалист по конструированию изделий

- Разработка конструкций и конструкторской документации; участие в инновационной деятельности.
- Разработка конструкций в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов.
- Координация работ по разработке требований для конструкторской документации; разработка сложных и нестандартных конструкций.
- Организация разработки конструкций и конструкторской документации; организация научно-исследовательских работ.
- Обеспечение реализации программ технического развития организации; управление конструированием в целях совершенствования продукции; определение направлений проведения научно-исследовательских работ.

## Специалист по проектированию оснастки и специального инструмента

- Разработка типовых и простых конструкций технологической оснастки и специального инструмента.
- Разработка и проектирование сложных конструкций технологической оснастки и специального инструмента.
- Управление работами по проектированию технологической оснастки и специального инструмента.

## Специалист по прочностным расчетам

- Техническая поддержка прочностных расчетов авиационных конструкций.
- Проведение расчетов по определению нагрузок на агрегаты изделия летательного аппарата.
- Проведение прочностных расчетов авиационных конструкций.
- Руководство проектно-расчетными работами по прочности авиационных конструкций.

## Специалист по аддитивным технологиям

- Производство изделий методами аддитивных технологий.
- Разработка технологических процессов изготовления изделий методами аддитивных технологий.
- Оперативное руководство участком изготовления изделий методами аддитивных технологий.

- Решение инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин.
- Владение культурой мышления, обобщать, воспринимать и анализировать информацию, ставить цели и выбирать пути их достижения.
- Готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе.
- Использование нормативных правовых актов в своей деятельности.
- Саморазвитие, повышение своей квалификации и мастерства.
- Владение навыками работы с компьютером как средством управления информацией.
- Получение, сбор, систематизация и проведение анализа исходной информации для разработки конструкций авиационных летательных аппаратов и их систем.
- Разработка конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.
- Владение методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ.
- Разработка рабочей технической документации и обеспечение оформления законченных конструкторских работ.
- Владение навыками обращения с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным документам.
- Владение основами современного дизайна и эргономики
- Использование стандартов и типовых методов контроля и оценки качества выпускаемой продукции.
- Владение навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований.

- Использование современных информационных технологий (включая аддитивные технологии) и автоматизированные системы управления жизненным циклом (проектирование, изготовление, применение, доработка, ремонт и утилизация).
- Формирование навыков, получение, сбор, систематизация и проведение анализа исходной информации для разработки проекта с учетом специфики высокотехнологичного производства.
- Анализ и оценка свойств и области применения используемых в авиационной промышленности высокопрочных и высокомодульных полимерных композиционных материалов и технологий их образования.
- Анализ и разработка рекомендаций по изменению конструкторских моделей, выполненных в CAD-системах SolidEdge, NX, Компас, AutoCAD и т.д.
- Оценка критических участков геометрической модели и изменение конструктивных особенностей форм оснасток.
- Создание сборочных моделей из отдельных элементов, с учетом возникновения критических участков и контактных областей.
- Оценка наименее проработанных деталей конструкции для дальнейшего внесения изменения в их геометрию в CAD-системах SolidEdge, NX, Компас, AutoCAD и т.д.
- Анализ и разработка рекомендаций по изменению электронных конструкторских моделей, выполненных в CAD-системах с учетом особенностей построения дерева моделей и структуры документации.
- Разработка проектной и рабочей электронной конструкторской и электронной технологической документации в соответствии с жизненным циклом продукции с использованием PDM-систем и систем автоматизированного проектирования технологических процессов.
- Разработка и моделирование сложных профилей модели с использованием CAD-систем с учетом специфики изготавливаемых изделий.
- Разработка детали сборочной единицы с учетом требуемых допусков, посадок, размерных цепей и параметров шероховатости.
- Чтение электрических схем и размещение радиокомпонентов на печатной плате с учетом результата теплового расчета.

#### Автоматизированное управление производством и производственными ресурсами предприятия (ERP-системы)

- Формирование технических требований по развитию современных отечественных автоматизированных систем и участие в мероприятиях по их разработке/модификации и внедрению на предприятии.

#### Проектирование 3D-моделей элементов конструкции изделий и средств технологического оснащения в современных CAD-системах

- Проектирование узлов и агрегатов изделия, создание моделей деталей и сборок.
- Разработка кинематических моделей узлов и агрегатов изделий.
- Разработка и оформление чертежей по ЕСКД.
- Проектирование деталей из листового металла.
- Построение поверхностей свободной формы.
- Проектирование средств технологического оснащения для сборки высокотехнологичных изделий.

#### Разработка каталогов стандартных элементов средств технологического оснащения

- Анализ электронных моделей оснастки на предмет типовых элементов.
- Разработка ограничительной номенклатуры электронных моделей.

#### Моделирование сложных технологических и физико-химических процессов термообработки и сварки в специализированных системах (SYSWELD)

- Расчет напряженно-деформированного состояния сварных соединений и элементов сварной конструкции в зависимости от условий закрепления и типов креплений.
- Расчет тепловой задачи с определением глубины проплавления, ширины зоны термического влияния, подбор оптимальных параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки) локальных соединений при использовании.

#### Аддитивные технологии и обратный инжиниринг

- 3D-сканирование объектов сложных геометрических форм.
- Разработка твердотельных параметрических CAD-моделей на основе облака точек.
- Разработка конструкторской документации по результатам 3D-сканирования деталей и сборок изделия.

# СПЕЦИАЛИСТ ПО УПРАВЛЕНИЮ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

## КОМПЕТЕНЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ [трудовые функции]

### Специалист по инжинирингу машиностроительного производства

- Инжиниринговая деятельность на машиностроительном производстве:
  - сопровождение жизненного цикла продукции машиностроения;
  - исследование производства и формирование предложений по его совершенствованию.
- Руководство инжиниринговой деятельностью на машиностроительном производстве:
  - управление работой структуры инжиниринга в составе предприятия;
  - формирование стратегии инновационного развития машиностроительного предприятия.

### Специалист по управлению цепью поставок в авиастроении

- Тактическое управление цепями поставок в авиастроении на уровне структурного подразделения предприятия (отдела, цеха):
  - руководство выполнением типовых задач управления цепями поставок в авиастроении;
  - тактическое управление цепями поставок в авиастроении.
- Стратегическое управление цепями поставок на уровне авиастроительного предприятия:
  - стратегическое управление цепями поставок в авиастроении на стадии создания продукции;
  - стратегическое управление цепями поставок на стадии эксплуатации и утилизации авиационной техники.
- Стратегическое управление проектами и программами по внедрению новых методов управления цепями поставок в авиастроении:
  - организация исследований и осуществление разработки перспективных методов, моделей и механизмов управления цепями поставок в авиастроении;
  - руководство проектами разработки и внедрения средств информационной поддержки управления цепями поставок авиастроительного предприятия.

## ТРЕБОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ [способности]

- Осознание сущности и значения информации в развитии современного общества и владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
- Участие в составлении отчетов по выполненному заданию.
- Выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования.
- Организация рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования.
- Владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины.
- Разработка документации по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
- Изменение вида и характера профессиональной деятельности, работа над междисциплинарными проектами.
- Организация работы малых коллективов исполнителей.
- Разработка документации для создания системы менеджмента качества продукции.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

### Автоматизированное проектирование технологических процессов с применением САПР-СИСТЕМ

- Наполнение и внедрение систем хранения нормативно-справочной информации.
- Автоматизация проектирования и нормирования технологических процессов с использованием современных САПР ТП.
- Внедрение современных САПР ТП на предприятии.
- Назначение ресурсов на операции технологических процессов с использованием электронных справочников предприятия. Наполнение и внедрение систем хранения нормативно-справочной информации.

### Автоматизированная система управления жизненным циклом станочной оснастки (на примере УСП)

- Разработка электронных моделей.
- Разработка информационного обеспечения.
- Разработка и внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Анализ жизненного цикла изделия.
- Разработка программного обеспечения под специфичные требования предприятия.
- Внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Сопровождение программного обеспечения.
- Анализ процессов проектирования электронных моделей.
- Разработка алгоритмов проектирования электронных моделей.
- Разработка программного обеспечения для САД-систем высокого уровня.

- Внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Анализ процессов принятия решения.
- Разработка математической модели принятия решения.
- Разработка систем принятия решения.
- Внедрение программного обеспечения в единое информационное пространство предприятия.
- Способность применения системного подхода к организации планирования производства и производственных ресурсов (материальные и трудовые ресурсы, мощности предприятия).
- Способность анализировать, оптимизировать и осуществлять мониторинг производственного плана изготовления изделий с учётом номенклатуры, всех видов производственных ресурсов с применением автоматизированной системы (класса ERP) управления производственными ресурсами (АСУ ПР), интегрированной с PDM-системой и САПР-системой, с целью обеспечения изготовления изделий «точно в срок» и под заданную себестоимость.

### Моделирование и анализ бизнес-процессов предприятий

- Владение инструментами моделирования процессов в среде ARISPD & AArchitect и Business Studio.
- Описание процессов предприятия на основе анализа цепочек создания ценности.
- Определение показателей процессов предприятия и факторов, влияющих на эффективность.

- Формирование и сопровождение информационного обеспечения нормативно справочной информации (НСИ), базовых и комплексных технологических модулей (БТМ и КТМ) основных производств для разработки, ведения и изменения техпроцессов в САПР ТП (ТЕМП-2).
- Формирование и анализ с применением функционала ERP-системы (АСУ ПР) номенклатурных планов цехов основного производства под заданные мощности: численность ОПР, технологического оборудования и т.д.
- Внедрение, применение и развитие автоматизированных систем оперативного управления внутрицехового уровня, включая автоматизированные и роботизированные производственные участки.
- Разработка средств автоматизации работы технолога-программиста: применять средств автоматизации САМ модуля NX; разработка кинематических моделей программно-управляемого оборудования; разработка программных приложений с использованием API Siemens NX; создание шаблонов обработки, черчения, наполнение библиотек оснастки и режимов резания для САМ модуля NX; разработка постпроцессоров для комбинации станок/система ЧПУ; верификация управляющих программ.
- Моделирование, анализ и оптимизация материальных потоков для эффективной организации производства с помощью АСУ производственными ресурсами.
- Метрологическое обеспечение технологического процесса для выявления дефектов и оценка внутренних и внешних характеристик конструкций из полимерных композиционных материалов в зависимости от их структуры.
- Использование методов обработки полученных данных на основе статистики и планирования эксперимента и выработка рекомендаций по устранению дефектов в случае отрицательных результатов.
- Анализ, оптимизация и осуществление мониторинга производственного плана изготовления изделий с учетом номенклатуры всех видов производственных ресурсов.
- Знание средств вычислительной техники и системного программного обеспечения необходимого при организации и выполнении процессов проектирования конструкторской и технологической документации.
- Разработка и применение современных методических основ для управления проектами.

## ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ УлГУ

по типу  
производства

## МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО

КОМПЕТЕНЦИИ,  
ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ,  
ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Разработка технологических процессов механообрабатывающего производства.
  - Проектирование металлорежущего инструмента.
  - Расчет режимов резания для операций механообработки.
  - Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ.
  - Верификация управляющих программ средствами САМ-модуля NX и Vericut.
  - Проектирование технологической оснастки (инструментальные наладки, станочные приспособления и др.).
  - Проектирование технологических процессов механообрабатывающего производства (в т.ч. с применением САПР ТП «Вертикаль», «Темп-2») с учётом требуемой трудоёмкости и длительности производственного цикла.
  - Работа с комплектом КД с электронными моделями деталей в CAD-системах (NX, Компас, SolidWorks).
  - Работа в PDM-системе предприятия.
  - Анализ номенклатурных планов цехов под заданные мощности технологического оборудования, численности ОПР.
  - Выполнение научно-практических работ.
- 
- Физические основы процессов формообразования.
  - Материаловедение.
  - Числовое программное управление станочным оборудованием.
  - Методики проектирования металлорежущего инструмента с помощью CAD системы NX.
  - Методики расчета режимов резания для операций механообработки.
  - Использование САМ системы NX для разработки и верификации управляющих программ для станков с ЧПУ.
  - Разработка и сопровождение проектной и рабочей электронной технологической документации на изделия с использованием CAD-системы Siemens NX в PDM системах (TCE и БД ЭОИ) с применением САПР ТП (ТЕМП2).
  - Разработка технологий под новое оборудование с учетом требований к заданной трудоёмкости и длительности производственных циклов за счёт применения комплекса автоматизированных систем (CAD/CAM-системы Siemens NX, PDM-систем БД ЭОИ, САПР ТП ТЕМП-2, ERP-системы АСУ ПР).
  - Организация работы малых коллективов исполнителей.

# МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Материаловедение.
- Основы процессов формообразования.
- Основы технологии машиностроительных производств.
- Разработка и сопровождение проектной и рабочей электронной конструкторской и технологической документации с использованием автоматизированных систем.
- Использование современных информационных систем управления жизненным циклом (проектирование, изготовление, применение, доработка, ремонт и утилизация) СТО.
- Принципы применения аддитивных технологий для изготовления деталей, конструкций и СТО.
- Моделирование технологических и физико-химических параметров процессов литья,ковки/объемной штамповки, сварки/термообработки в САЕ-системах.
- Формирование и анализ с помощью ERP-систем номенклатурных планов цехов основного производства под заданные мощности, численность ОПР, технологическое оборудование и т.д.
- Анализ и выявление «узких мест», оценка и управление рисками реализуемых бизнес-процессов.
- Моделирование, анализ и оптимизация материальных потоков производства.

## КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Работа с комплектом КД с электронными моделями деталей в CAD-системах (NX, Компас).
- Работа в PDM-системе предприятия.
- Проектирование литниковой питающей системы (ЛПС) в CAD-системах (NX, Компас).
- Проектирование СТО в CAD-системах (NX, Компас).
- Проектирование технологических процессов (с учётом нормирования) с использованием автоматизированных систем (Вертикаль, Темп-2).
- Моделирование, анализ и определение оптимальных параметров ЛПС, СТО, технологических процессов литья,ковки/объемной штамповки, сварки, термообработки средствами САЕ-систем.
- Выполнение научно-практических работ.

# СБОРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Использование системы виртуального инжиниринга IC.IDO для:**
- оценки последовательности сборочных операций;
  - проверки и документирования производственных процессов;
  - моделирования прокладки проводов и шлангов;
  - анализа процессов сборки-разборки в режиме реального времени;
  - выбора оптимальной сборочной последовательности из нескольких вариантов;
  - оптимизации эргономических и геометрических характеристик изделия на стадии проектирования для удобного и эффективного осуществления операций по обслуживанию и ремонту;
  - оценки безопасности и комфорта операций работников, выполняющих технологические процессы сборки узлов и агрегатов изделия;
  - создания интерактивных обучающих руководств по сборке изделия;
  - демонстрации вариантов дизайнерских решений изделия на ранних стадиях разработки.

## КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Проектирование новых и оптимизация существующих технологических процессов агрегатно-сборочных производств под заданные требования трудоёмкости и длительности циклов с применением системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).
- Проектирование технологических процессов сборки и СТО с учётом эргономических характеристик в системах виртуального инжиниринга.
- Анализ и оптимизация процессов агрегатно-сборочного производства и производства окончательной сборки с использованием САПР ТП и современных систем виртуального инжиниринга на основе моделирования технологических процессов.
- Выполнение научно-практических работ.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Классификация, принципы применения современных ERP-систем.
- Управление процессами автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства.
- Внедрение, применение и развитие автоматизированных систем оперативного управления внутрицехового уровня, включая автоматизированные и роботизированные производственные участки.
- Принципы управления качеством.
- Компьютерные системы автоматизации жизненного цикла изделия.
- Современные методологии и системы моделирования и анализа бизнес-процессов предприятия.

## КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Анализ совокупности производственных, технологических, экономических параметров деятельности предприятия в условиях заданных целевых значений.
- Проектирование, анализ и подготовка предложений по модернизации бизнес-процессов деятельности предприятия.
- Применение стандартов менеджмента качества при обеспечении деятельности предприятия.
- Применение современных методов проектного управления.
- Оптимизация материальных потоков для эффективной организации производства.
- Применение автоматизированных систем управления и планирования производства и производственных ресурсов на основе принципов «точно в срок», «под заданную стоимость», с «учётом рисков».
- Применение автоматизированных систем поддержки принятия решений.
- Выполнение научно-практических работ.

# ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМ ИЗДЕЛИЕМ

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ У СТУДЕНТОВ

- Разработка конструкций авиационных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием.
- Численные методы исследований операций.
- Использование современных информационных технологий, техники, прикладных программных средств при решении задач профессиональной деятельности.
- Разработка и сопровождение электронной проектно-технологической документации с использованием автоматизированных систем.
- Решение прикладных задач механики с использованием современных программных средств и баз знаний о свойствах используемых материалов.
- Знание свойств и типов конечных элементов при построении сетки для проведения расчетов на механическое, вибрационное воздействие и тепловые реакции.
- Построение (создание, изучение) математических моделей НДС конструкций и методов их исследования.
- Адекватная оценка качества полученных результатов на основе проведенных механических, тепловых и вибрационных расчетов, с применением методов планирования и обработки результатов физического эксперимента.

432017, г. Ульяновск,  
ул. Набережная реки Свияги,  
д. 106, УлГУ,  
корпус 1, каб. 403, 405, 407, 414.

**Тел./факс:** +7 (8422) 27-24-52

**Эл. почта:** [mmts@ulsu.ru](mailto:mmts@ulsu.ru), [ccd@ulsu.ru](mailto:ccd@ulsu.ru)

Материалы  
справочника компетенций  
подготовлены  
авторским коллективом  
сотрудников  
кафедры ММТС  
в составе:

**Ю. В. Полянсков,**

д.т.н., директор Центра  
компетенций «ЦПВИМ»,

**А. А. Блюменштейн,**

**А. Р. Гисметулин,**

**А. Н. Евсеев,**

**И. В. Ефременков,**

**О. В. Железнов,**

**О. Ю. Лёвкина,**

**А. В. Маданов,**

**П. Ю. Павлов,**

**И. А. Санников,**

**Д. Ю. Шабалкин,**

**М. Н. Ярдаева.**

Директор  
Издательского центра  
Т. В. Филиппова  
Подготовка и дизайн  
оригинал-макета  
Р. К. Вильдановой, Н. В. Пеньковой

Подписано в печать  
29.01.2018.  
Формат 60x84/8.  
Гарнитура Uni Sans.  
Усл. печ. л. 3,95.  
Тираж 200 экз. Заказ.

Отпечатано с оригинал-макета  
в Издательском центре  
Ульяновского государственного  
университета  
432017, г. Ульяновск,  
ул. Л. Толстого, 42