

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системы NX и Creo и их практическое применение
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Обеспечение эффективности технологических процессов
жизненного цикла изделия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение возможностей и подходов использования систем NX и Creo при решении профессиональных задач инженерной и исследовательской деятельности в области проектирования изделий машиностроения и эффективных технологических процессов их изготовления с использованием современного автоматизированного оборудования.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение методов эффективной автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства изделий машиностроения за счет сквозного использования единой модели изделия на этапах жизненного цикла от концептуального проектирования до разработки и верификации управляющих программ изготовления деталей в NX и Creo;
- формирование умения разрабатывать и подготавливать к производству оптимальное конструктивное исполнение концептуального проекта изделия путем использования инструментов ассоциативной детализации, инженерных расчетов и оформления современных видов конструкторской документации в системах NX и Creo;
- формирование умения разрабатывать и верифицировать управляющие программы для высокотехнологичного обрабатывающего оборудования путем моделирования технологических процессов обработки деталей в системах NX и Creo с использованием моделей геометрии и функциональных возможностей задействованного оборудования;
- формирование навыков работы с интегрированными программными комплексами конструкторско-технологической подготовки производства при проектировании изделий машиностроения и обеспечении эффективности технологических процессов их производства.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Программные комплексы автоматизированного проектирования (High-end САПР) NX и Creo,
- Методы виртуального моделирования проектируемых изделий и технологического оборудования в системах NX и Creo.
- Методы автоматизированной разработки управляющих программ для современного технологического оборудования с использованием систем NX и Creo.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает методы построения и оптимизации параметрических моделей деталей в контексте сборок по принципу «сверху-вниз» и инструменты обеспечения ассоциативных связей между конструкторским и технологическим представлениями детали в NX и Сгео	Знает принципы организации и планирования конструкторских работ, методы проектирования, технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов технологической оснастки и специального инструмента, аналогичных проектируемым	Экзамен
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет осуществлять концептуальное проектирование принципиальных схем изделий и детализацию их конструкции в NX и Сгео и использовать при разработке технологических процессов производственную информацию о детали, оформленную в конструкторском документе вида 3D модель	Умеет производить анализ технико-экономических показателей, производить функциональный анализ конструктивных элементов проектируемой по профилю подразделения технологической оснастки и специального инструмента, применять методов проектирования технологической оснастки и специального инструмента, включая освоение программных пакетов	Отчёт по практическому занятию
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками проектирования и детализации конструкции изделий машиностроения, в том числе высокотехнологичного оборудования, в NX и Сгео	Владеет навыками анализа технико-экономических показателей, применения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования технологической оснастки, опытом разработки предложений по проведению исследований, реализации опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на повышение качественных характеристик технологической оснастки и специального инструмента, совершенствование	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			методик и сокращение сроков проектирования	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	56	56
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	16	16
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Концептуальная проработка изделия	4	0	4	16
Концепция мастер-модели. Проектирование «сверху-вниз» в среде CAD. Ассоциативные связи между представлениями модели изделия на различных этапах его жизненного цикла. Инструменты прямого моделирования при концептуальном проектировании.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Детализация изделия в контексте модели сборки	4	0	12	24
Ассоциативное копирование твердотельной и поверхностной геометрии при работе в контексте сборки. Модуль связей WAVE. Параметризация геометрических моделей деталей на основе их функционального назначения. Объекты повторного использования: стандартные, унифицированные и пользовательские элементы. Аннотирование трехмерных моделей. Правила ЕСКД для оформления 3D модели.				
Оптимизация конструкции изделия с использованием CAE модуля	2	0	6	14
Параметрическая и топологическая оптимизация геометрии деталей на основе исследования в CAE модуле напряжено-деформированного и теплового состояния детали.				
Моделирование в среде САМ кинематических схем высоко-технологичного оборудования и обрабатывающих центров с многоосевым позиционированием инструмента	4	0	6	18
Моделирование кинематических схем 4х -, 5ти-осевых обрабатывающих центров, определение зависимых осей. Моделирование процесса измерений и разработка управляющих программ для координатно-измерительных машин. Общие принципы моделирования технологического оборудования с использованием программных комплексов высокого уровня.				
Разработка управляющих программ для высокотехнологичного оборудования механической обработки в среде САМ систем NX и ProEngineer	2	0	8	16
Разработка управляющих программ для технологических процессов фрезерования с управлением осью инструмента и для синхронной обработки на двухшпиндельных токарно-фрезерных центрах.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	36	88
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	88

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Эскизное проектирование и декомпозиция кривошипно-ползунного механизма в среде CAD по заданным параметрам
2	Конструирование деталей «Корпус» и «Рычаг» в контексте сборки поршневого механизма

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Проектирование технологической оснастки для штамповки путем ассоциативного копирования поверхности изготавливаемой детали
4	Проектирование ферменной конструкции для заданной нагрузки
5	Детализация узла «Подшипниковая опора» с использованием библиотеки стандартных деталей
6	Оформление 3D модели детали «Ступенчатый вал» по ЕСКД с учетом технологической информации
7	Топологический анализ и подготовка к параметрической оптимизации осевой опоры
8	Параметрическая оптимизация конструкции осевой опоры с использованием модуля NX Advanced Simulation
9	Моделирование кинематической схемы 5-ти осевого обрабатывающего центра со схемой привязки осей table-table
10	Разработка модели обработки и управляющей программы для измерения детали «Вкладка пресс-формы»
11	Моделирование штампового прессы
12	Разработка модели обработки и управляющей программы для обработки детали «Сопловая лопатка турбины»
13	Разработка модели обработки и управляющей программы для одновременной обработки двух установов детали «Обойма»

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Модель образовательного процесса базируется на деятельностном подходе к процессу обучения и основное внимание уделяется освоению студентами практических умений.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом. Получаемые таким образом знания должны составлять основу для самостоятельных исследований и решения задач по тематике дисциплины. Все лекции снабжены презентационно-иллюстративным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний. Таким образом, данный вид занятий является тренингом, в котором основное внимание уделяется практической отработке изучаемого материала, когда в процессе моделирования специально заданных ситуаций обучающиеся имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, сформировать свое отношение к собственному опыту и применяемым подходам.

Технологии организации самостоятельной работы основываются на использовании учебной и справочной литературы, а также интернет-ресурсов (справочные пособия, лекции-презентации, учебники). Одним из видов самостоятельной работы студентов является выполнение индивидуальных заданий, требующих комплексной демонстрации уровня сформированности заявленных предметных компетенций. Форма заданий для индивидуальной работы предусматривает не только закрепление уже изученного материала, но и изучение нового, поскольку всегда имеется возможность применения разнообразных приёмов и подходов к выбору инструментов для решения поставленной задачи.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ИНФРА-М, 2010.	11
2	Большаков В. П. Твёрдотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo : учебное пособие для вузов / В. Большаков, А. Бочков, Ю. Лячек. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2015.	12
3	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов / А. В. Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. – Москва: Изд-во АСВ, 2013. – 378с.	4
2.2. Периодические издания		
1	САПР и графика /Компьютер Пресс .— Москва : Компьютер Пресс, 1996 - . — В вузах: ПНИПУ 2009-2013 .— Издаётся с 1996 г. — Ежемесячное.	1
2.3. Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 2.052-2015 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель изделия. Общие положения	1
2	ГОСТ 2.057-2014 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель сборочной единицы. Общие положения	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Основы моделирования машиностроительных изделий в автоматизированной системе «Siemens NX 10»	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks85559	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Электронный проектор "NEC M300X"	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Системы NX и Creo и их практическое применение»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Обеспечение эффективности технологических
процессов жизненного цикла изделия

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Инновационные технологии машиностроения

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 3 семестр

Пермь 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	ТО	ОПЗ	Т/КР	ИЗ	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1 знать метод построения и оптимизации параметрических моделей деталей в контексте сборок по принципу «сверху-вниз» в NX и Creo	ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать возможности систем NX и Creo в области моделирования технологического оборудования и основные принципы их реализации	ТО2		КР2		ТВ
3.3. знать порядок действий при моделировании технологических процессов изготовления деталей на современных обрабатывающих центрах в NX и Creo	ТО3		КР2		ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь выполнять проектирование, детализацию конструкции и оптимизацию высокотехнологичных изделий в NX и Creo		ОПЗ1	КР1		ПЗ
У.2 уметь проводить топологическую и параметрическую оптимизацию конструкции спроектированных деталей и изделий		ОПЗ2	КР1		ПЗ
У.3. уметь использовать при разработке технологических процессов производственную информацию о детали, оформленную в конструкторском документе вида 3D модель		ОПЗ3	КР2		ПЗ

Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками проектирования и детализации конструкции изделий машиностроения в NX и Cgeo		ОП31		ИЗ	КЗ
В.2 владеть навыками моделирования высокотехнологичного оборудования в NX и Cgeo и использования его для верификации технологических процессов		ОП34		ИЗ	КЗ
В.3 владеть навыками подготовки и верификации управляющих программ путем моделирования процессов обработки детали на современном технологическом оборудовании		ОП35		ИЗ	КЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ИЗ – индивидуальное (комплексное) задание, ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям, рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины) и индивидуального задания.

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 5 отчетов по результатам практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Проектирование и конструирование изделий машиностроения в CAD/CAE систем NX и Creo», вторая КР – по модулю 2 «Моделирование процессов функционирования высокотехнологичного оборудования и разработка управляющих программ для него в среде CAM систем NX и Creo».

Типовые задания первой КР:

1. Выполните детализацию принципиальной схемы изделия в NX (Creo).
2. Выполните топологическую оптимизацию конструкции детали в NX (Creo) для достижения заданных эксплуатационных параметров.

Типовые задания второй КР:

1. Выполните моделирование процесса обработки элемента детали с использованием инструментов автоматизации выбора оснащения и режимов системы NX (ProEngineer).
2. Выполните моделирование процесса обработки детали с использованием инструментов автоматизации выбора стратегии на основе распознавания типовых элементов.
3. Выполните модель процесса функционирования высокотехнологичного оборудования в системе NX (ProEngineer).

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Индивидуальное задание

Всего запланировано 1 комплексное индивидуальное задание. Индивидуальное задание предназначено для комплексного контроля: проверки освоения ЗУВ по нескольким взаимосвязанным темам, принадлежащим разным модулям. Типовые темы индивидуальных заданий приведены в приложении 1.

Защита индивидуального задания проводится индивидуально каждым

студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы магистратуры.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим работам, индивидуального задания и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Описать задачи на ранних стадиях жизненного цикла изделия (техническое задание, техническое предложение и эскизный проект) и методы их решения. Перечислить инструменты NX для автоматизации работ на ранних стадиях проектирования и дать характеристику их применимости. Описать процедуры их использования.

2. Описать задачи этапа разработки технического проекта, структуру документации проекта конструкции и требования к результатам его реализации. Перечислить инструменты NX для автоматизации работ по детальной проработке технического проекта конструкции и дать характеристику их применимости. Описать процедуры их использования.

3. Описать задачи работ по редактированию и усовершенствованию конструкций при модернизации и адаптации, перечислить причины одновременного использования различных форматов данных о конструкции. Перечислить инструменты NX для автоматизации работ по редактированию импортированных моделей и дать характеристику их применимости. Описать процедуры их использования..

4. Описать задачи этапа разработки рабочей конструкторской документации, виды разрабатываемых документов, требования стандартов ЕСКД к их оформлению. Перечислить инструменты NX для автоматизации работ по подготовке конструкторской документации и дать характеристику их применимости. Описать процедуры их использования.

5. Описать задачи разработки операций контроля геометрии, исходные данные для их разработки, эффекты от использования КИМ. Перечислить инструменты NX для автоматизации работ по подготовке управляющих программ для выполнения измерений и дать характеристику их применимости. Описать процедуры их использования.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. На примере компоновки узла «Планетарный редуктор» продемонстрировать владение возможностями NX для эскизного проектирования. Определите параметры зубчатого зацепления $M=4$; $Z_{\text{сат}}=25$; $Z_{\text{сол}}=50$; $Z_{\text{кор}}=100$; Создайте 2D компоненты с размерами, определенными на основе параметров, и задайте связи между ними.

2. На примере модели детали «Вал», завершающей узел, продемонстрировать владение возможностями NX для детализации конструкции в контексте.

3. На примере электронной модели детали «Опора» продемонстрировать владение возможностями NX для оформления электронных конструкторских документов. Создать в модели габаритные размеры, ординатные размеры для определения положений отверстий, базовые поверхности и допуски формы и отклонений поверхности, сечения для представления формы отверстий, осевые линии и текстовые замечания.

4. На примере детали «Ферма» продемонстрировать владение возможностями NX для определения наиболее значимых параметров модели при оптимизации геометрии. Целевая функция минимизация веса, Проектные ограничения из прочностного анализа – напряжения по Мизесу в конструкции целиком не более 1000 МПа, перемещения в конструкции целиком не более 1 мм, Проектные переменные L, H, W и наружные размеры сечения 1D элементов. Использовать 10 значений каждой переменной.

5. На примере модели детали «Призматическая планка» продемонстрировать владение возможностями NX для разработки операций контроля геометрии. Создать модель Проверки, сгенерировать траектории измерений для элементов, связанных с ТУ, задать ручную траектории для измерения наружного диаметра и сквозного отверстия.

Полный перечень теоретических вопросов и комплексных практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1.

Типовые индивидуальные задания для проверки умений и владений

Индивидуальное задание № 1.

Проверяемые результаты обучения: y1 – y8; v1 – v6

Задание. Спроектировать и выполнить моделирование конструкции и процессов работы роботизированного комплекса для выполнения сварки (промывки, покраски, транспортировки, сканирования, сборки).

Критерии оценки индивидуальных заданий

Оценка «отлично» ставится, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, для их достижения использованы эффективные методы и адекватные программные средства, отчет по работе содержит все необходимые разделы, а качество его оформления соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы.

Оценка «хорошо» ставится, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, для их достижения использованы допустимые методы и программные средства, отчет по работе содержит все необходимые разделы, а качество его оформления соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность отвечать на все поставленные вопросы по теме работы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если в работе с использованием произвольных средств и методов достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.