



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Обратный инжиниринг деталей мехатронных и робототехнических систем

направление подготовки/специальность 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Проектирование
мехатронных, робототехнических систем и комплексов

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины "Обратный инжиниринг деталей мехатронных и робототехнических систем" является формирование у обучающихся комплекса знаний, навыков и методов, необходимых для проведения обратного инжиниринга деталей и машин в мехатронике и робототехнике с целью улучшения их конструкции, производственных процессов и применения в машиностроительной индустрии.

Задачи дисциплины

Формирование навыков анализа конструкций и машин с целью проведения обратного инжиниринга.

Развитие умений создания цифровых моделей разрабатываемых деталей и машин.

Приобретение навыков по внедрению в производство разрабатываемых деталей и машин при помощи обратного инжиниринга.

Оценка материальной части деталей и машин, анализ их геометрии и возможных технологий изготовления.

Разработка цифровых моделей разрабатываемых деталей и машин с использованием современных CAD/CAM и CAE систем.

Подготовка управляющих программ для оборудования с ЧПУ на базе созданных цифровых моделей.

Исследование экономической эффективности применения обратного инжиниринга в машиностроительной индустрии.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом или их комплекса	ПК(Ц)-1.6 Подготавливает и передает цифровую модель отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом или их комплекса в формате, указанном в техническом задании	знает Форматы цифровых моделей, принятые в индустрии. умеет Подготавливать цифровую модель отдельного устройства, подсистемы или мехатронной системы в соответствии с техническим заданием. Передавать цифровую модель в соответствии с требованиями формата, указанными в техническом задании. владеет Навыками использования программного обеспечения для создания, редактирования и передачи цифровых моделей. Умениями адаптировать цифровую модель к различным форматам и требованиям заказчика.

<p>ПК-2 Способен проектировать отдельные устройства, подсистемы и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплексы с использованием средств цифрового инжиниринга</p>	<p>ПК-2.4 Осуществляет разработку эскизного проекта на проектируемое отдельное устройство, подсистему и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплекс</p>	<p>знает Основные принципы проектирования отдельных устройств, подсистем и мехатронных, робототехнических систем. Требования к разработке эскизного проекта, включая технические стандарты и нормы.</p> <p>умеет Выполнять анализ требований к проектируемому устройству или системе. Создавать эскизные проекты с учетом технических требований и функциональных характеристик. Применять инженерные методы и инструменты для разработки эскизного проекта.</p> <p>владеет Навыками использования программного обеспечения для создания эскизных проектов. Умениями коммуникации с заказчиками и другими участниками проекта для уточнения требований и выработки оптимального решения.</p>
--	--	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.07 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Детали машин и основы конструирования	ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-5.1
2	Основы конструкций промышленных роботов и наземных транспортно-технологических машин	ОПК-2.3, ОПК-14.3
3	Аддитивные технологии	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
4	Основы программирования на Python	ОПК-4.3
5	Компьютерная графика	ОПК-2.3, ОПК-4.2
6	Материаловедение	ОПК-1.2, ОПК-1.5
7	Соппротивление материалов	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание: элементов инженерной графики, основ геометрического моделирования, программных средств компьютерной графики;

умение: решать основные задачи по механике твердого тела и сопротивлению материалов;

владение: начальными навыками разработки электронных моделей деталей; навыками чтения конструкторских, технологических и других электронных документов.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Проектная практика	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7

2	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	<p>УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-11.5, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ОПК-12.5, ОПК-12.6, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-2.8, ПК-2.9, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7, ПК(С)-1.1, ПК(С)-1.2, ПК(С)-1.3, ПК(С)-1.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6</p>
---	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			6
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,25		1,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
Часы на контроль	4		4
Самостоятельная работа (СР)	54,75		54,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Раздел 1: Основы обратного инжиниринга										
1.1.	Введение в обратный инжиниринг	6	4		4			8	16	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
1.2.	Методы обратного инжиниринга	6	4		4			8	16	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
2.	2 раздел. Раздел 2: Анализ деталей и машин										
2.1.	Оценка конструкции	6	2		6			12	20	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
2.2.	Извлечение цифровой модели	6	2		6			12	20	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
3.	3 раздел. Раздел 3: Применение в производстве										
3.1.	Интеграция в производственный процесс	6	4		12			14,75	30,75	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Иная контактная работа	6							1,25	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет	6							4	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Введение в обратный инжиниринг	<p>Определение понятия обратного инжиниринга и его роль в разработке деталей и машин</p> <p>Разъяснение концепции обратного инжиниринга и его значения для современной промышленности.</p> <p>Изучение основных этапов процесса обратного инжиниринга.</p> <p>Обзор применения обратного инжиниринга в контексте мехатроники и робототехники</p>

2	Методы обратного инжиниринга	Основные методы и подходы к обратному инжинирингу деталей и машин Изучение различных методов обратного инжиниринга и их применимости в различных сферах промышленности. Рассмотрение основных инструментов и технологий, используемых при выполнении задач обратного инжиниринга.
3	Оценка конструкции	Методы оценки конструкции деталей и машин в контексте обратного инжиниринга Рассмотрение основных методов и критериев оценки конструкции деталей и машин при проведении обратного инжиниринга. Изучение подходов к анализу геометрии, материалов и технологий изготовления, используемых в создании деталей и машин.
4	Извлечение цифровой модели	Процесс создания цифровой модели деталей и машин с использованием обратного инжиниринга Обзор методов и инструментов, используемых для извлечения цифровой модели из физических объектов. Рассмотрение этапов процесса создания цифровой модели с использованием технологий обратного инжиниринга.
5	Интеграция в производственный процесс	Внедрение результатов обратного инжиниринга в производственную практику Обзор методов и инструментов для внедрения результатов обратного инжиниринга в производство. Рассмотрение примеров успешного использования цифровых моделей в производственном процессе. Анализ преимуществ и ограничений применения результатов обратного инжиниринга в промышленности.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Введение в обратный инжиниринг	Анализ примеров обратного инжиниринга в мехатронике и робототехнике Разбор и анализ реальных кейсов обратного инжиниринга, связанных с созданием мехатронных и робототехнических систем. Использование методов обратного инжиниринга для изучения и анализа существующих устройств и механизмов.
2	Методы обратного инжиниринга	Применение методов обратного инжиниринга на практических примерах Освоение практических методов обратного инжиниринга через выполнение задач на реальных объектах или виртуальных средах с применением КОМПАС-3D. Разработка стратегии и выбор оптимальных методов обратного инжиниринга для конкретных ситуаций.
3	Оценка конструкции	Процесс анализа геометрии и материалов деталей Практическое применение методов оценки конструкции на реальных примерах деталей и машин. Оценка и анализ геометрических параметров, материалов и технологий изготовления с целью выявления ключевых характеристик.
4	Извлечение цифровой модели	Применение 3D-сканирования и CAD/CAM систем для создания цифровых моделей Ознакомление с процессом 3D-сканирования для получения точных

		трехмерных данных о деталях и машинах. Практическое использование CAD/CAM систем для создания цифровых моделей на основе данных, полученных в результате сканирования с применением ПО КОМПАС-3D и Ansys
5	Интеграция в производственный процесс	Разработка технологической документации и управляющих программ на основе цифровых моделей Разработка технологической документации на основе цифровых моделей деталей и машин. Создание управляющих программ для оборудования с ЧПУ на основе полученных данных. Практическое освоение программных средств для разработки технологической документации и управляющих программ.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение в обратный инжиниринг	Исследование истории и развития методов обратного инжиниринга Проведение обзора литературы и анализ исторического контекста развития обратного инжиниринга. Систематизация полученных данных и формулирование выводов о важности и эволюции методов обратного инжиниринга в инженерной практике.
2	Методы обратного инжиниринга	Изучение современных технологий и инструментов обратного инжиниринга Анализ существующих программных и аппаратных средств, предназначенных для выполнения обратного инжиниринга. Изучение последних тенденций и инноваций в области обратного инжиниринга и их потенциального применения в индустрии.
3	Оценка конструкции	Поиск информации и анализ технологий изготовления и применения Проведение самостоятельного анализа исходных данных о деталях и машинах с использованием доступных информационных источников. Исследование существующих технологий изготовления и применения с целью понимания их влияния на конструкцию и характеристики изделий.
4	Извлечение цифровой модели	Разработка цифровых моделей на основе полученных данных из сканирования Самостоятельное создание цифровых моделей деталей и машин на основе полученных данных из 3D-сканирования. Проведение анализа и сравнительной оценки полученных цифровых моделей с оригинальными деталями и машинами.
5	Интеграция в производственный процесс	Оценка эффективности и экономической целесообразности применения методов обратного инжиниринга Проведение анализа эффективности применения результатов обратного инжиниринга в производственной деятельности. Оценка экономической выгоды от использования цифровых моделей в производстве. Формирование выводов и рекомендаций по оптимизации процесса внедрения результатов обратного инжиниринга на предприятии.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Введение в обратный инжиниринг	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	Тестирование, проверка практических работ
2	Методы обратного инжиниринга	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	Тестирование, проверка практических работ
3	Оценка конструкции	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	Тестирование, проверка практических работ
4	Извлечение цифровой модели	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	Тестирование, проверка практических работ
5	Интеграция в производственный процесс	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	Тестирование, проверка практических работ
6	Иная контактная работа	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	
7	Зачет	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Теоретический тест: (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.6 ПК-2.4 (знания и умения)

Объясните понятие обратного инжиниринга и его роль в разработке деталей и машин.

Назовите основные методы обратного инжиниринга и их применение в мехатронике и робототехнике.

Какие этапы включает в себя процесс создания цифровой модели деталей и машин с использованием обратного инжиниринга?

Объясните понятие передаточного отношения в механических приводах и его значимость.

Какими методами можно производить анализ конструкции деталей и машин в контексте обратного инжиниринга?

Практические задания:(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.6 ПК-2.4 (практические навыки)

Разработать цифровую модель выбранной детали мехатронной или робототехнической системы, используя CAD/CAM системы.

Проанализировать геометрию и материалы детали, определив возможные технологии ее изготовления.

Провести анализ примеров обратного инжиниринга в мехатронике и робототехнике, документируя полученные результаты.

Разработать техническую документацию на создание сварной конструкции выбранного устройства мехатронной системы.

Практические проекты:

Создать проект по внедрению результатов обратного инжиниринга в производственную практику с оценкой его эффективности и экономической целесообразности.

Провести исследование истории и развития методов обратного инжиниринга, представив результаты в виде презентации или доклада.

Разработать цифровую модель детали с использованием 3D-сканирования и CAD/CAM систем, а затем создать управляющие программы для оборудования с ЧПУ

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Что такое обратный инжиниринг и какова его роль в разработке мехатронных и робототехнических систем?

Какие этапы включает в себя процесс обратного инжиниринга?

Какие методы анализа используются в обратном инжиниринге?

В чем заключается основное отличие между прямым и обратным инжинирингом?

Какие основные инструменты и технологии применяются при обратном инжиниринге?

Какие преимущества обратного инжиниринга применительно к мехатронике и робототехнике?

Какие ограничения могут возникнуть при использовании обратного инжиниринга?

Что представляет собой цифровая модель при обратном инжиниринге, и зачем она создается?

Какими методами можно создать цифровую модель детали или системы?

В чем заключается процесс интеграции результатов обратного инжиниринга в производственную практику?

Какие основные компетенции формируются у студентов при изучении дисциплины по обратному инжинирингу?

Какие связи имеются между дисциплиной "Обратный инжиниринг" и другими техническими дисциплинами?

Что включает в себя технологическая документация при обратном инжиниринге?

Какие средства программного обеспечения используются при обратном инжиниринге?

Какие особенности технологического процесса создания деталей с использованием аддитивных технологий?

Как происходит внедрение результатов обратного инжиниринга в производство?

Какие методы оценки конструкции деталей и машин используются при обратном инжиниринге?

Как осуществляется разработка цифровых моделей с использованием 3D-сканеров?

Какие технологии CAD/CAM применяются при создании цифровых моделей?

Как оценивается правильность зацепления в зубчатых механизмах?

Каким образом происходит смазка деталей в зубчатых механизмах?

Какие основные этапы проектирования мехатронных систем включает в себя обратный инжиниринг?

Какие требования формулируются к результату обратного инжиниринга?

Какие экономические аспекты следует учитывать при применении обратного инжиниринга в производстве?

Какие навыки и умения приобретают студенты при изучении дисциплины по обратному инжинирингу деталей мехатронных и робототехнических систем?

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Создание цифровой модели детали:

Выберите деталь из мехатронной или робототехнической системы.

Используйте 3D-сканер для получения данных о геометрии детали.

Используйте CAD/CAM систему для создания цифровой модели выбранной детали.

Документируйте процесс создания цифровой модели и предоставьте отчет.

Анализ конструкции и материалов детали:

Изучите выбранную деталь на предмет ее конструкции и материалов.

Определите возможные методы изготовления данной детали.

Сделайте выводы о применимости обратного инжиниринга для данной детали.

Предложите варианты улучшения конструкции или материалов детали на основе проведенного анализа.

Разработка технической документации:

На основе созданной цифровой модели детали разработайте техническую документацию на ее изготовление.

Включите в документацию чертежи с размерами, спецификации материалов и технологические требования.

Подготовьте управляющие программы для оборудования с ЧПУ на основе разработанной документации.

Исследование методов обратного инжиниринга:

Изучите историю и развитие методов обратного инжиниринга в области мехатроники и робототехники.

Сравните различные методы обратного инжиниринга и определите их преимущества и недостатки.

Подготовьте презентацию или доклад о результатах исследования.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Обратный инжиниринг и анализ деталей робота-манипулятора:

Исследование и анализ конструкции робота-манипулятора с использованием методов

обратного инжиниринга.

Создание цифровой модели ключевых деталей робота-манипулятора.

Оценка эффективности и точности восстановления деталей с использованием обратного инжиниринга.

Разработка методики обратного инжиниринга механических деталей мехатронных систем:

Разработка методики сканирования и создания цифровых моделей деталей мехатронных систем.

Исследование процессов обратного инжиниринга для различных типов деталей мехатронных систем.

Оценка применимости и эффективности разработанной методики на примере конкретных деталей.

Интеграция методов обратного инжиниринга в процесс проектирования и производства робототехнических систем:

Исследование существующих методов обратного инжиниринга и их применимости в проектировании и производстве робототехнических систем.

Разработка методологии интеграции обратного инжиниринга в процесс разработки робототехнических систем.

Оценка выгод и преимуществ использования методов обратного инжиниринга в проектах по созданию робототехнических систем.

Использование обратного инжиниринга для оптимизации производственных процессов в робототехнике:

Исследование возможностей использования обратного инжиниринга для оптимизации производственных процессов в робототехнике.

Анализ примеров применения обратного инжиниринга в производственных задачах робототехнических систем.

Разработка рекомендаций по использованию методов обратного инжиниринга для оптимизации производственных процессов.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Лукинов А. П., Проектирование мехатронных и робототехнических устройств, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/168366
2	Абрамов И. В., Абрамов А. И., Никитин Ю. Р., Трефилов С. А., Интеллектуальные мехатронные системы, Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018	http://www.iprbookshop.ru/70764.html
3	Балабанов П. В., Программирование робототехнических систем, Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018	http://www.iprbookshop.ru/94367.html
4	Рыбак Л. А., Роботизация машиностроительного производства, Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018	http://www.iprbookshop.ru/89858.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Жмудь В. А., Французова Г. А., Востриков А. С., Динамика мехатронных систем, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014	http://www.iprbookshop.ru/45367.html
2	Степыгин В. И., Чертов Е. Д., Теория механизмов и основы робототехники. Зубчатое зацепление, Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019	http://www.iprbookshop.ru/95380.html
3	Горбатьюк С. М., Иванов С. А., Кириллова Н. Л., Чиченев Н. А., Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств, Москва: МИСИС, 2017	https://e.lanbook.com/book/108116

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Информационно-правовая система Консультант	https://student2.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=home;rnd=0.34403827862102354

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Ansys	Сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 г. с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D АРМ FEM	Сублицензионный договор №АСЗ-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АСЗ-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D Машиностроение и строительства	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин	Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин 1.1) оборудование (117-К): а) 3D принтер TierTime X5 на металлическом верстаке б) 3D принтер TierTime UP300 на металлическом верстаке в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт. д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт. г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт. д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» - 2 шт. е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт. ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП) 2.2) оборудование (118-К) а) компьютерный класс моделирования на ПК б) металлические шкафы и стеллаж для хранения

32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 № 1046).

Программу составил:
доцент, к.т.н. Литвин Р. А.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой, д.т.н., доцент Куракина Е. В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент Зазыкин А.В.