

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт
электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

И.О. проректора по УР

Н.Ю. Соколова

«*1*» *сентября* 20*24*

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
« ОБРАТНЫЙ ИНЖИНИРИНГ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ »

Москва – 2024

1. Цель реализации программы

Цель программы – получение знаний и навыков в решении комплексных задач разработки и изготовления комплектующих изделий в приборостроительной отрасли методом обратного инжиниринга: от постановки задачи до изготовления конечного продукта с полным комплектом конструкторской документации.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования, 28 производство машин и оборудования, 25 Ракетно-космическая промышленность.

Вид экономической деятельности: деятельность в области информации и связи

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00

Квалификация: новая квалификация не приобретается.

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – решение комплексных задач изготовления запасных частей, комплектующих, приборов и модулей оборудования от постановки задачи до изготовления прототипа методом обратного инжиниринга

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- области и цели практического применения обратного инжиниринга;
- этапы полного комплекса работ обратного инжиниринга;
- основные принципы обратного инжиниринга электронных устройств на печатных платах;
- методы численного моделирования физических процессов и условия их применения при обратном инжиниринге;
- методы определения элементного состава различных материалов;
- основные понятия и определения субтрактивных и аддитивных технологий;
- основные параметры технологий, применяемых для формования изделия с требуемыми характеристиками;
- основные технологии обработки изделий для получения требуемых характеристик;
- законодательство Российской Федерации в сфере охраны объектов патентного права.

уметь:

- формировать этапы полного комплекса работ обратного инжиниринга;
- восстанавливать электрические схемы по печатным платам изделий;
- подбирать компоненты по посадочным местам и элементам топологии печатных плат;
- выполнять работу с ручными измерительными средствами, 3D-сканерами;

- адаптировать КД выполненную по зарубежным стандартам (ISO) к требованиям ЕСКД;
- импортировать и упрощать твердотельные модели для инженерного расчета;
- работать с процессом генерации сетки (создание сетки в автоматическом режиме, управление формой и размерами сетки, влияние параметров сетки на точность полученных результатов инженерных расчетов);
- назначать контактные интерфейсы и граничные условия в соответствии с проводимым типом инженерного расчета;
- проводить металлографический анализ образцов, оценку их целостности термическим методом;
- обосновывать выбор метода анализа состава образца;
- выбирать и обосновывать метод получения заготовки, а также разрабатывать технологический маршрут обработки изделий;
- подбирать технологическое оборудование и разрабатывать операционную технологию;
- разрабатывать и применять методики термообработки, закалки, вакуумного нанесения покрытий, гальванической обработки деталей;
- оценивать возможные риски нарушения патентных прав третьих лиц при использовании обратного инжиниринга и юридические последствия такого нарушения.

иметь практический опыт:

- импорта полученных при помощи 3D-сканирования данных в САПР;
- проектирования изделий в САПР;
- использования при проектировании изделий информационно-справочной базы данных, библиотеки стандартных элементов, деталей, материалов, прочих изделий;
- создания и редактирования цифровых данных о геометрии тела с необходимой точностью;
- оформления и анализа результатов проведенного инженерного расчета;
- определения материала-заменителя при обратном инжиниринге с использованием численного моделирования;
- выбора методов исследования материалов для определения состава представленного образца;
- выполнения подбора материалов по условиям эксплуатации, в том числе для решения задач по улучшению эксплуатационных и других характеристик изделия;
- назначения режимов механической обработки и припусков на обработку отдельных поверхностей;
- выполнения работ с соответствующим оборудованием для изготовления изделий (осуществление технологической подготовки и реализация процесса на 3D-принтере и лазерном оборудовании и пр.);

4. Содержание программы

Учебный план программы повышения квалификации «Обратный инжиниринг в приборостроении»

Категория слушателей – инженерно-технические работники, обладающие средне-специальным техническим или высшим техническим образованием и ранее уже обученные базовым техническим дисциплинам (инженерная графика, материаловедение, сопротивление материалов, теоретическая механика), имеющие начальные навыки в работе со специализированным программным обеспечением систем автоматического проектирования (САПР).

Срок обучения – 110 часов

Форма обучения очно-заочная

№ п/п	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе			Образова- тельные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и/или лабораторные занятия		
1.	Раздел 1. Основы обратного инжиниринга в приборостроении	10	8		2	ЭО
2.	Раздел 2. Обратный инжиниринг электронных модулей	31	10	18	3	ЭО
3.	Раздел 3. Обратный инжиниринг механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры	57	13	39	5	ЭО
4.	Раздел 4. Юридические основы обратного инжиниринга	12	6	4	2	ЭО
	Итоговая аттестация	зачет				
	Всего	110	37	61	12	

**Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
« Обратный инжиниринг в приборостроении»**

№ п/ п	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе			Образова тельные технологи и, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельна я работа	
			Лекции	Практические и/или лабораторные занятия		
1.	Раздел 1. Основы обратного инжиниринга в приборостроении	10	8	-	2	ЭО
1.1	Области и цели обратного инжиниринга электронных модулей, блоков в приборах и оборудовании.	3	2	-	1	ЭО
1.2	Формирование этапов полного комплекса работ обратного инжиниринга.	3	2	-	1	ЭО
1.3	Системы стандартизации, нормативная техническая документация.	2	2	-	-	ЭО
1.4	Адаптация КД, выполненной по зарубежным стандартам, к требованиям ЕСКД.	2	2	-	-	ЭО
2.	Раздел 2. Обратный инжиниринг электронных модулей	31	10	18	3	ЭО
2.1	Идентификация компонентов электрорадиоизделий электронного модуля.	3	2	-	1	ЭО
2.2	Анализ печатных плат электронного модуля.	3	2	-	1	ЭО
2.3	Воспроизведение топологии печатной платы и электрической схемы электронного модуля.	13	2	10	1	ЭО
2.4	Моделирование физических процессов печатных плат электронных модулей. Электрический анализ. Тепловой анализ. Прочностной анализ.	10	2	8	-	ЭО
2.5	Подходы к воспроизведению программного обеспечения электронных модулей	2	2	-	-	ЭО
3.	Раздел 3. Обратный инжиниринг механических	57	13	39	5	ЭО

	элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры					
3.1	Конструкционные материалы. Классификация, маркировка и применение.	4	4	-	-	ЭО
3.2	Подбор материалов по представленному образцу с учетом данных об условиях эксплуатации.	7	2	4	1	ЭО
3.3	Выбор метода анализа состава образца.	7	2	4	1	ЭО
3.4	Метрологическое обеспечение измерения физических величин. Предельные отклонения и допуски.	5	4	-	1	ЭО
3.5	Особенности работы в системах автоматизированного проектирования при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.	9	-	8	1	ЭО
3.6	Численное моделирование физических процессов при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.	17	1	15	1	ЭО
3.7	Разработка КД при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.	8	-	8	-	ЭО
4.	Раздел 4. Юридические основы обратного инжиниринга	12	6	4	2	ЭО
4.1	Законодательство РФ и международно-правовые нормы, регулирующие отношения в сфере охраны и оборота объектов патентных прав.	2	2	-	-	ЭО
4.2	Оценка возможных рисков нарушения прав третьих лиц при использовании обратного инжиниринга и юридических последствий такого нарушения.	5	2	2	1	ЭО
4.3	Условия осуществления обратного инжиниринга с минимизацией или исключением возможных рисков нарушения прав третьих лиц.	5	2	2	1	ЭО
	Итоговая аттестация	<i>зачет</i>				
	Всего	110	37	61	12	

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе повышения квалификации.

Учебная программа повышения квалификации «Обратный инжиниринг в приборостроении»

Раздел 1. Основы обратного инжиниринга в приборостроении (10 часов).

Тема 1.1. Области и цели обратного инжиниринга электронных модулей, блоков в приборах и оборудовании.

Тема 1.2. Формирование этапов полного комплекса работ обратного инжиниринга.

Тема 1.3. Системы стандартизации, нормативная техническая документация.

Тема 1.4. Адаптация КД, выполненной по зарубежным стандартам, к требованиям ЕСКД.

Перечень практических занятий

Не предусмотрены

Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
1.1	Прохождение тестирования по теме	1
1.2	Прохождение тестирования по теме	1

Раздел 2. Обратный инжиниринг электронных модулей (31 часа).

Тема 2.1. Идентификация компонентов электрорадиоизделий электронного модуля.

Тема 2.2. Анализ печатных плат электронного модуля.

Тема 2.3. Воспроизведение топологии печатной платы и электрической схемы электронного модуля.

Тема 2.4. Моделирование физических процессов печатных плат электронных модулей. Электрический анализ. Тепловой анализ. Прочностной анализ.

Тема 2.5. Подходы к воспроизведению программного обеспечения электронных модулей.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
2.3	Практическое занятие по анализу электронного устройства на примере тестера светодиодов, изучение его функционала и конструкции	10
2.4	Тепловой и прочностной анализ печатной платы электронного модуля	8

Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
2.1	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1
2.2	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1
2.3	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1

Раздел 3. Обратный инжиниринг механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры (57 часов).

Тема 3.1. Конструкционные материалы. Классификация, маркировка и применение.

Тема 3.2. Подбор материалов по представленному образцу с учетом данных об условиях эксплуатации.

Тема 3.3. Выбор метода анализа состава образца.

Тема 3.4. Метрологическое обеспечение измерения физических величин. Предельные отклонения и допуски.

Тема 3.5. Особенности работы в системах автоматизированного проектирования при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.

Тема 3.6. Численное моделирование физических процессов при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.

Тема 3.7. Разработка КД при обратном инжиниринге механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
3.2	Подбор материалов по представленному образцу печатной платы, подбор материалов на основании данных об условиях эксплуатации изделия	4
3.3	Методы анализа состава образца	4
3.5	Моделирование деталей при обратном инжиниринге	6
3.5	Моделирование сборочных единиц при обратном инжиниринге	2
3.6	Моделирование деталей и сборочных единиц при обратном инжиниринге на примере электронного блока управления (ЭБУ) автомобильной электроники	15
3.7	Разработка конструкторской документации на комплектующие при обратном инжиниринге	4
3.7	Разработка конструкторской документации (сборочный чертеж, спецификация) на сборочные единицы при обратном инжиниринге	4

Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
3.2	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1
3.3	Самостоятельное изучение теоретического материала	1
3.4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1
3.5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1
3.6	Самостоятельное изучение теоретического материала	1

Раздел 4. Юридические основы обратного инжиниринга (12 часов).

Тема 4.1. Законодательство РФ и международно-правовые нормы, регулирующие отношения в сфере охраны и оборота объектов патентных прав.

Тема 4.2. Оценка возможных рисков нарушения прав третьих лиц при использовании обратного инжиниринга и юридических последствий такого нарушения.

Тема 4.3. Условия осуществления обратного инжиниринга с минимизацией или исключением возможных рисков нарушения прав третьих лиц.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
4.2	Практическое занятие по решению кейсов, связанных с правильной юридической квалификацией действий, которые могут нарушать права патентообладателя в результате обратного инжиниринга, и возможными мерами ответственности за нарушение этих прав	2
4.3	Практическое занятие по выработке навыков навигации в системе поиска патентов на изобретения и полезные модели, определения уровня техники в отношении объектов обратного инжиниринга и составления формулы изобретения и полезной модели прототипа, являющегося объектом обратного инжиниринга	2

Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
4.2	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1
4.3	Самостоятельное изучение теоретического материала. Прохождение тестирования по теме	1

5. Материально-технические условия реализации программы

5.1 Очная-заочная форма обучения

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения

Учебная аудитория	Лекции, практические занятия по разделу 4	Мультимедийное оборудование, доска, мел
Компьютерный класс	Практические занятия по темам 2.1, 2.3, 2.4	Компьютерная техника (системный блок с монитором, мышкой, клавиатурой) с возможностью подключения к сети «Интернет», MS Office, САПР Компас-3D, Pro/Engineer, ANSYS
Лаборатория метрологии и измерений	Практические занятия по темам 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7	3D-сканер RangeVision Standart, линейка измерительная (300мм), штангенциркуль электронный ЗУБР (100мм)
СКБ «Робототехника»	Практические занятия по темам 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7	Polygon 2.0, Repetier-Host, PICASO 3D Builder
Лаборатория НИЛ-Н-МЭМС	Практические занятия по темам 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7	Автоматическая лазерная установка LRS-150A
Лаборатория микроскопии	Практические занятия по темам 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7	Компьютерная техника (системный блок с монитором, мышкой, клавиатурой) с возможностью подключения к сети «Интернет», микроскопы металлографические «МЕТАМ РВ21-1», инвертируемый микроскоп «Axiovert 40», тепловизор переносной testo 875

6. Учебно-методическое обеспечение программы

Разделы №1-3.

1. 3D-фотограмметрия: превращая фотографии в 3D-модели [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://div.ru.mycanon.net/pro/stories/3d-photogrammetry> (2022).
2. Реверс инжиниринг [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://nova-e.org/services/reversivnyy-inzhiniring> (2022).

3. Черников, Б. В. Проблема создания единой трехмерной модели объекта по данным многоракурсного сканирования / Б. В. Черников, И. О. Гайдук, Е. А. Борисова. - Текст : электронный // СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. - Москва : ИД Академия Естествознания, 2019. - № 10-1. - С. 83-91. - URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37702> - Режим доступа: свободный (2022).
5. Улучшаем качество 3D-печати металлом с помощью компьютерной томографии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/materialise-computed-tomography> (2022).
6. Трехмерное ультразвуковое исследование: технологии, тенденции развития / Л. В. Осипов, Н. С. Кульберг, Д. В. Леонов, С. П. Морозов. - Текст : непосредственный : электронный // МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА. - Москва : Медицина, 2018. - № 3. - С. 39-43. - URL: <http://www.mtjournal.ru/archive/2018/meditsinskaya-tekhnika-3/trekhmernoe-ultrazvukovoe-issledovanie-tekhnologii-tendentsii-razvitiya> - Режим доступа: свободный (2022).
7. Вилков, В. Е. (Автор МИЭТ, НПК ТЦ). Использование неразрушающего метода ультразвукового сканирования для входного контроля качества изделий силовой электроники / В. Е. Вилков, М. А. Гундарцев, А. В. Суханов. - Текст : электронный // INTERMATIC. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ : материалы международной научно-технической конференции. - Москва : РТУ МИРЭА, 2017. - INTERMATIC - 2017, Ч. 3. - С. 595-598. - URL: <https://conf.mirea.ru/CD2017/p3.html> - Режим доступа: свободный (2022).
8. Обратное проектирование инженерной детали 3D сканером Artec Spider [Электронный ресурс]. - Режим доступа: dzen.ru/id/622cacc467678d4a89c7d1e3#video (2022)
9. Муленко, В. В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. пособие / В. В. Муленко. - М.: РГУ нефти и газа им И. М. Губкина, 2015. - 73 с.
10. Программы для 3D-сканирования: обзор и применение на практике. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/programmy-dlja-3d-skanirovanija-obzor-i-primenenie-old.html#fotogrammetriya> (2022)
11. Реинжиниринг электронных устройств: что это такое и для чего нужно? [Электронный ресурс] // Электроника+ / Россия, [2020]. - Режим доступа: <https://electronicaplus.ru/blog/98-reinzhiniring-elektronnykh-ustrojstv-chto-eto-takoe-i-dlya-chego-nuzhno> (дата обращения 02.12.2022).

3. Черников, Б. В. Проблема создания единой трехмерной модели объекта по данным многоакурсного сканирования / Б. В. Черников, И. О. Гайдук, Е. А. Борисова. - Текст : электронный // СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. - Москва : ИД Академия Естествознания, 2019. - № 10-1. - С. 83-91. - URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37702> - Режим доступа: свободный (2022).
5. Улучшаем качество 3D-печати металлом с помощью компьютерной томографии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/materialise-computed-tomography> (2022).
6. Трехмерное ультразвуковое исследование: технологии, тенденции развития / Л. В. Осипов, Н. С. Кульберг, Д. В. Леонов, С. П. Морозов. - Текст : непосредственный : электронный // МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА. - Москва : Медицина, 2018. - № 3. - С. 39-43. - URL: <http://www.mtjournal.ru/archive/2018/meditsinskaya-tekhnika-3/trekhmernoe-ultrazvukovoe-issledovanie-tekhnologii-tendentsii-razvitiya> - Режим доступа: свободный (2022).
7. Вилков, В. Е. (Автор МИЭТ, НПК ТЦ). Использование неразрушающего метода ультразвукового сканирования для входного контроля качества изделий силовой электроники / В. Е. Вилков, М. А. Гундарцев, А. В. Суханов. - Текст : электронный // INTERMATIC. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ : материалы международной научно-технической конференции. - Москва : РТУ МИРЭА, 2017. - INTERMATIC - 2017, Ч. 3. - С. 595-598. - URL: <https://conf.mirea.ru/CD2017/p3.html> - Режим доступа: свободный (2022).
8. Обратное проектирование инженерной детали 3D сканером Artec Spider [Электронный ресурс]. - Режим доступа: dzen.ru/id/622cacc467678d4a89c7d1e3#video (2022)
9. Муленко, В. В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. пособие / В. В. Муленко. - М.: РГУ нефти и газа им И. М. Губкина, 2015. - 73 с.
10. Программы для 3D-сканирования: обзор и применение на практике. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/programmy-dlja-3d-skanirovanija-obzor-i-primenenie-old.html#fotogrammetriya> (2022)
11. Реинжиниринг электронных устройств: что это такое и для чего нужно? [Электронный ресурс] // Электроника+ / Россия, [2020]. - Режим доступа: <https://electronicaplus.ru/blog/98-reinzhiniring-elektronnykh-ustrojstv-chto-eto-takoe-i-dlya-chego-nuzhno> (дата обращения 02.12.2022).

12. Технические методы и средства реинжиниринга печатно-пленочной топологии изделий радиоэлектронных средств / М. С. Костин, Д. С. Воруничев, В. М. Викулов // Радиотехника и электроника. – 2019, – том 64, – № 3, – С. 220–224.
13. Контрреинжиниринг или реинжиниринг / В. Черный // Компоненты и технологии. – 2021, – № 9.
14. Реинжиниринг (копирование печатных плат) [Электронный ресурс] // Сайт разработчика печатных плат / Россия, [2020]. – Режим доступа: <https://pcbdesigner.ru/uslugi/reinzhiniring-kopirovanie-pechatnyh-plat.html> (дата обращения 02.12.2022).
15. A Survey on Chip to System Reverse Engineering. / Shahed E.Q., Junlin Chen, Domenic F., Navid A., Sina S., Lei W., John C. and Mark T. // ACM J. Emerg. Technol. Comput. Syst. V, N, Article acmArticle. – 2015, – p.33.
16. Контрреинжиниринг радиоэлектронных средств / М. С. Костин, Д. С. Воруничев, Д.А. Корж // Российский технологический журнал. – 2019, – С. 57-79.
17. Reverse engineering course at Philadelphia University in Jordan / M. Bani Younis, T. Tutunji // European Journal of Engineering Education. – 2012, – 37:1, – p.83-95.
18. Deconstructing the Circuit Board Sandwich: Effective Techniques for PCB Reverse Engineering / J. Grand // Grand Idea Studio. – 2014.
19. Реинжиниринг изделий электронных средств в задачах внутрисистемного контррадиопротиводействия / Г.В. Куликов, М. С. Костин, Д. С. Воруничев // Вестник РАЕН. – 2018, – С. 75-86.
20. Реинжиниринговые исследования печатных плат с многослойной топологией в аспектах обеспечения технического противодействия / М. С. Костин, Д. С. Воруничев, Марков Д.В. // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. – 2018, – С. 47-56.
21. PCB Reverse Engineering Using Nondestructive X-ray Tomography and Advanced Image Processing / N. Asadizanjani, M. Tehranipoor, D. Forte // IEEE. – 2017.
22. Реинжиниринг радиоэлектронных цепей и сигналов печатных узлов с многослойной топологией в аспектах обеспечения технического противодействия / М. С. Костин, Д. С. Воруничев, Марков Д.В. // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. – 2018, – С. 49-56.

23. Reverse engineering of real PCB level design using VERILOG HDL / V. Gallardo, N. Bourbakis, C. Koutsougeras // International Journal of Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications. – 2002.
24. James D. The State-of-the-Art in IC Reverse Engineering / R. Torrance // Book. Cryptographic Hardware and Embedded Systems. – Lausanne : Proceedings, 2009, – С. 363-381.
25. Automated PCB Reverse Engineering / S. Kleber, H.F. Nölscher, F. Karglv // Institute of Distributed Systems, Ulm University. – 2017.
26. Спецпроектные реинжиниринговые исследования радиоэлектронных изделий / М. С. Костин, Д. С. Воруничев // Российский технологический журнал. – 2017, – С. 47-55.
27. Международная организация по стандартизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org> (2022).
28. Немецкий институт по стандартизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.din.de> (2022).
29. Американский национальный институт стандартов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ansi.org> (2022).
30. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rst.gov.ru> (2022).
31. Металловедение и технология металлов: Учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Веселов В.А., Деминцевич В.П. и др. - М.: Металлургия, 1988. - 511 с.
32. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие для вузов / Вакулин А.А., Андреев О.В. – Тюмень: ТюмГУ, 2007.- 224с.
33. Чечерников И.М. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Основы материаловедения и технология конструкционных материалов". – М.: МИЭТ, 1998. – 111 с.

Раздел 4. “Юридические основы обратного инжиниринга”.

1. Право интеллектуальной собственности. Международно-правовое регулирование : учебное пособие для вузов / И. А. Близнац [и др.] ; под редакцией И. А. Близнаца, В. А. Зимина ; ответственный редактор Г. И. Тыцкая. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-534-05063-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473062> (дата обращения: 09.12.2022).— Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Право интеллектуальной собственности : учебник для вузов / Л. А. Новоселова [и др.] ; под редакцией Л. А. Новоселовой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-534-15281-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489380> (дата обращения: 09.12.2022).— Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Зенин, И. А. Право интеллектуальной собственности : учебник для вузов / И. А. Зенин. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 577 с. — ISBN 978-5-534-15292-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488195> (дата обращения: 09.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей
4. Жарова, А. К. Интеллектуальное право. Защита интеллектуальной собственности : учебник для вузов / А. К. Жарова ; под общей редакцией А. А. Стрельцова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 379 с. — ISBN 978-5-534-14593-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488773> (дата обращения: 09.12.2022).— Режим доступа: для авториз. пользователей
5. Лихолетов, В. В. Экономико-правовая защита интеллектуальной собственности : учебное пособие для вузов / В. В. Лихолетов, О. В. Рязанцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — ISBN 978-5-534-13498-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519489> (дата обращения: 09.12.2022).— Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Оценка качества освоения программы

Текущий контроль состоит из тестирования знаний теоретического материала и оценивания работы обучающегося во время практических занятий. Тестирование проводится в электронных модулях, слушатели проходят тестирование по мере изучения каждого учебного модуля. Электронные модули могут использоваться как при очно-заочной форме обучения с применением дистанционных образовательных технологий, так и при очном обучении для подкрепления знаний, полученных на очных занятиях.

Примеры тестовых вопросов:

1. Какие преимущества может дать обратный инжиниринг в приборостроении?
2. Какие методы используются для получения информации о конструкции приборов?
3. Какие существуют ограничения при проведении обратного инжиниринга в приборостроении?

4. Для чего используется 3D-моделирование в контексте обратного инжиниринга?

5. Какие программы используются для 3D-моделирования при проведении обратного инжиниринга?

6. Какие методы верификации полученной информации используются при проведении обратного инжиниринга?

9. Какие сложности могут возникнуть при создании новых приборов методом обратного инжиниринга?

Задание текущего контроля считается успешно выполненным в случае преодоления порога в 50% правильных ответов по каждому модулю разделов. Количество баллов, которое при этом получает обучающийся, пропорционально числу правильных ответов.

Во время работы на **практических занятиях** происходит оценка работы обучающегося по следующим критериям:

1. Знание теоретических основ (максимум 5 баллов):

5 баллов: студент продемонстрировал полное и глубокое понимание теоретических основ, связанных с темой практического занятия, а также способность применять их на практике.

4 балла: студент продемонстрировал хорошее понимание теоретических основ, связанных с темой практического занятия, и умело применял их на практике.

3 балла: студент продемонстрировал базовое понимание теоретических основ, связанных с темой практического занятия, и мог некоторые из них неумело применять на практике.

2 балла: студент не продемонстрировал понимания теоретических основ, связанных с темой практического занятия, и не смог их применять на практике.

2. Умение работать с инструментами и оборудованием (максимум 5 баллов)

5 баллов: студент показал отличное умение работать с инструментами и оборудованием, используемыми во время практического занятия, без ошибок и задержек.

4 балла: студент хорошо умел работать с инструментами и оборудованием, используемыми во время практического занятия, с небольшим количеством ошибок или задержек.

3 балла: студент имел базовые навыки работы с инструментами и оборудованием, используемыми во время практического занятия, но мог допустить ошибки или задержки.

2 балла: студент не имел навыков работы с инструментами и оборудованием, используемыми во время практического занятия, и допускал много ошибок и задержек.

3. Качество выполнения заданий (максимум 5 баллов)

5 баллов: студент продемонстрировал высочайшее качество выполнения заданий, предложенных на практическом занятии, с полным соответствием требованиям и ожиданиям преподавателя.

4 балла: студент продемонстрировал хорошее качество выполнения заданий, предложенных на практическом занятии, соответствующее требованиям и ожиданиям преподавателя.

3 балла: студент продемонстрировал базовое качество выполнения заданий, предложенных на практическом занятии, соответствующее минимальным требованиям преподавателя.

2 балла: студент не выполнял задания на достаточно высоком уровне, не соответствующем требованиям преподавателя.

4. Способность к самостоятельному решению проблем (максимум 5 баллов)

5 баллов: студент показал высокую способность к решению проблем, возникающих во время выполнения заданий, самостоятельно и эффективно находил решения и не нуждался в дополнительной поддержке преподавателя.

4 балла: студент показал хорошую способность к решению проблем, возникающих во время выполнения заданий, но мог потребоваться некоторый уровень поддержки или направления со стороны преподавателя.

3 балла: студент мог показывать базовую способность к решению проблем, возникающих во время выполнения заданий, но часто требовался уровень поддержки или направления со стороны преподавателя.

2 балла: студент не проявлял способности к решению проблем, возникающих во время выполнения заданий, и требовался постоянный контроль и помощь со стороны преподавателя.

Баллы, набранные обучающимся во время работы на практических занятиях, суммируются.

Структура и график контрольных мероприятий по разделам образовательной программы

Максимальное количество баллов за задания текущего контроля по Разделу 1 составляет 20 баллов:

Шифр	Наименование	Балл
Тест	Тестирование по теории модуля 1.1	5
Тест	Тестирование по теории модуля 1.2	5
Тест	Тестирование по теории модуля 1.3	5
Тест	Тестирование по теории модуля 1.4	5

Максимальное количество баллов за задания текущего контроля по Разделу 2 составляет 85 баллов:

Шифр	Наименование	Балл
Тест	Тестирование по теории модуля 2.1	5
Тест	Тестирование по теории модуля 2.2	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы по идентификации компонентов (модуль 2.2)	20
Тест	Тестирование по теории модуля 2.3	5
Тест	Тестирование по теории модуля 2.4	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы по анализу электронного устройства (модуль 2.4)	20
Тест	Тестирование по теории модуля 2.5	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы «Тепловой и прочностной анализ печатной платы электронного модуля» (модуль 2.5)	20

Максимальное количество баллов за задания текущего контроля по Разделу 3 составляет 125 баллов:

Шифр	Наименование	Балл
Тест	Тестирование по теории модуля 3.1	5
Тест	Тестирование по теории модуля 3.2	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы «Подбор материалов по представленному образцу печатной платы, подбор материалов на основании данных об условиях эксплуатации изделия» (модуль 3.2)	20
Тест	Тестирование по теории модуля 3.3	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы «Методы анализа состава образца» (модуль 3.3)	20
Тест	Тестирование по теории модуля 3.4	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы (модуль 3.5)	20
Тест	Тестирование по теории модуля 3.6	5
ЗЛР	Защита результатов практической работы (модуль 3.6)	20
ЗЛР	Защита результатов практической работы (модуль 3.7)	20

Максимальное количество баллов за задания текущего контроля по Разделу 4 составляет 25 баллов:

Шифр	Наименование	Балл
Тест	Тестирование по теории модуля 4.2	5
ПЗ	Выполнение задания практического занятия модуля 4.2	5

Тест	Тестирование по теории модуля 4.3	10
ПЗ	Выполнение задания практического занятия модуля 4.3	5

К итоговой аттестации допускаются обучающиеся, набравшие по итогу обучения не менее 130 баллов.

Форма итоговой аттестации

После изучения всего курса обучающиеся проходят итоговую аттестацию - зачет, который проводится в форме тестирования, включающего вопросы по теоретической и практической части образовательной программы.

Примеры вопросов итогового тестирования:

1. Какой порядок действий при воспроизведении комплектующих механических элементов и частей радиоэлектронной аппаратуры методом обратного инжиниринга?
2. Верно ли утверждение, что при обратном инжиниринге узла, состоящего из нескольких деталей, узел обязательно должен быть разобран на составные части?
3. Какая информация о компонентах не является необходимой для сборки печатного узла при обратном инжиниринге?
4. Какая информация о компонентах является необходимой для сборки печатного узла при обратном инжиниринге?
5. Зачем применять численное моделирование в обратном инжиниринге?
6. В каком виде могут быть представлены результаты инженерного анализа?
7. Какой метод анализа материалов является неразрушающим?
8. Какие из перечисленных методов не относятся к методам определения состава полимерного материала?
9. ООО «Компус» закупило устройства, которые охраняются в качестве изобретений по патенту, выданному во Франции. В России, осуществив обратный инжиниринг устройства, ООО приступило к изготовлению указанных устройств для продажи. Нарушает ли изготовление устройств права по патенту, выданному во Франции?

Порядок проведения зачета

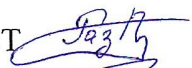
Максимальный балл (20) за итоговую аттестацию ставится в случае полностью правильного выполнения итогового тестирования. Средний балл (15) за итоговую аттестацию ставится в случае допущения одной ошибки. Минимальный балл 10) за итоговую аттестацию ставится в случае допущения большего числа ошибок, но не более трех ошибок.

Прохождение итоговой аттестации является обязательным для получения положительной итоговой оценки.

При выставлении итоговой оценки используется следующая шкала:

Сумма баллов	Оценка
менее 10 баллов	не зачтено
10 и больше	зачтено

8. Составители программы

канд. техн. наук, доцент Института НМСТ		Д.В. Вертянов
канд. техн. наук, доцент Института НМСТ		С.С. Евстафьев
канд. техн. наук, зам. директора по образовательной деятельности Института НМСТ		П.Н. Разживалов
канд. техн. наук, доцент Института НМСТ		В.А. Лавренов
старший преподаватель Института НМСТ		И.Н. Разживалов
старший преподаватель Института НМСТ		С.О. Шепелев
канд. техн. наук, доцент, доцент Института ПТМ		А.В. Железнякова
канд. техн. наук, доцент Института ПМТ		А.А. Дронов
канд. техн. наук, доцент, доцент Института ПТМ		И.М. Чечерников
канд. фил.наук, доцент, доцент Института ВП СГН		М.Г. Галахтин
канд. юрид.наук, доцент, доцент Института ВП СГН		С.С. Казиханова

Согласовано:

Директор ДРОП		Н.Ю. Соколова
зам. директора по образовательной деятельности Института НМСТ		П.Н. Разживалов