**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по учебной работе
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ГРАФИЧЕСКИЕ ПОДСИСТЕМЫ САПР

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 3 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85755

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов магистратуры системного мышления и практических навыков в области проектирования, разработки и сопровождения графических подсистем (UI/UX) современных систем автоматизированного проектирования (САПР) как сложных человеко-машинных комплексов. В процессе обучения студенты должны овладеть методологией создания интуитивно понятных, высокопроизводительных и адаптивных интерфейсов для инженерного ПО, учитывающих специфику работы с большими данными, математическими моделями и распределенными вычислительными ресурсами. Дисциплина нацелена на интеграцию знаний из областей: эргономики, инженерной психологии, веб-технологий и системного программирования для создания конкурентоспособных продуктов в области автоматизации проектирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Научить студентов проводить анализ предметной области (инженерные расчеты, моделирование, топологическое проектирование) и переводить потребности пользователей-инженеров в формализованные технические требования к интерфейсу (Use Cases, User Stories).
2. Сформировать способность оценивать эффективность различных парадигм взаимодействия (CLI, GUI, Web-интерфейс) применительно к вычислительно-сложным задачам САПР.
3. Освоить методы юзабилити-тестирования и сбора обратной связи для итеративного улучшения UX инженерных систем.
4. Научить управлять жизненным циклом UI-компонентов (UI Kit, дизайн система), включая их версионирование, документирование и портирование между разными программными модулями, например, Python, C++, JavaScript.
5. Развить навыки организации взаимодействия между командами фронтенда, бэкенда и вычислительного ядра (например, NGSPICE и XYCE) через спецификацию REST API и WebSocket-событий.
6. Дать понимание методов оценки трудоемкости разработки графических подсистем и оптимизации ресурсов (память, ГПУ/ЦПУ) для обеспечения плавной работы графических редакторов.
7. Изучить современные инструменты и библиотеки для создания интерактивных 2D/3D-сцен и визуализации данных симуляции.
8. Освоить технологии адаптации единого UI-кода под разные операционные системы и форм-факторы (клиент сервер посредством веб-браузера и десктопная версия ПО), а также создание гибридных приложений с единой стилистикой.
9. Внедрить в проектную практику принципы мультиязычности, адаптивной верстки и динамической смены тем (светлая/темная) как неотъемлемых атрибутов современного инженерного ПО.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.03.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |

Согласована на портале № 85755

| | | |
|---|---|---|
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики | Знает основные понятия и термины фотоники и оптоинформатики, применяемые при проектировании графических подсистем для оптических САПР: волноводы, фотонные кристаллы, лазерные диоды, мультиплексоры, спектральные характеристики, показатели преломления, методы трассировки лучей и волновой оптики. Понимает, как эти термины соотносятся с элементами пользовательского интерфейса (палитры компонентов, настройки параметров материалов, визуализация полей). |
| | ПК-3.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности | Умеет применять передовые технологии визуализации (WebGPU, OpenGL/Vulkan, интерактивные 3D-движки) для отображения результатов моделирования фотонных устройств: распределения электромагнитного поля, диаграмм направленности, спектральных откликов. Использует технологии машинного обучения для интеллектуальной подсказки параметров оптических компонентов и предсказания характеристик схем. Внедряет WebAssembly для переноса тяжёлых расчётов (например, BPM, FDTD) в веб-интерфейс, обеспечивая высокую производительность. Реализует интерфейсы управления симуляциями на основе REST API и WebSocket для потоковой передачи данных от вычислительных ядер (C++/Python) к фронтенду. |
| | ПК-3.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности | Владеет навыками анализа и интерпретации научных статей и технической документации по современным методам визуализации и интерактивного проектирования в фотонике (например, публикации по фотонным интегральным схемам, оптическим вычислениям, новым подходам к рендерингу волновых процессов). Умеет извлекать из научных текстов требования к графическим подсистемам (точность отображения, частота обновления, поддержка цветовых карт) и адаптировать их в проектной документации (ТЗ, отчёты, пользовательские сценарии). Применяет полученные знания для выбора оптимальных библиотек и архитектурных решений при разработке интерфейсов для фотонных САПР. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 108 | 108 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 60 | 60 |
| Подготовка к тестированию | 48 | 48 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | | |
| 1 Введение в архитектуру графических подсистем САПР | 2 | 2 | 18 | 22 | ПК-3 |
| 2 Проектирование пользовательских сценариев и ролевых моделей | 4 | 2 | 18 | 24 | ПК-3 |
| 3 Методологии и инструменты проектирования UI/UX | 4 | 6 | 24 | 34 | ПК-3 |
| 4 Кросс-платформенность и интеграция графических подсистем | 4 | 4 | 24 | 32 | ПК-3 |
| 5 Интернационализация, адаптация и тестирование | 4 | 4 | 24 | 32 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 108 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 108 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в архитектуру графических подсистем САПР | Раздел начинается с введения в дисциплину и определения роли UI/UX в системах автоматизированного проектирования. Рассматривается концептуальная разница между графическим редактором как инструментом рисования и промышленным инженерным ПО, где интерфейс является неотъемлемой частью технологического процесса проектирования.<br><br>Студенты изучают основные архитектурные паттерны построения графических интерфейсов:<br>- MVC (Model-View-Controller): разделение данных, представления и управления — классическая архитектура для настольных САПР;<br>- MVVM (Model-View-ViewModel): архитектура с привязкой данных, широко используемая в современных веб-фреймворках и WPF-приложениях;<br>- MVP (Model-View-Presenter): подход с активным посредником, обеспечивающий высокую тестируемость интерфейса.<br><br>Проводится анализ реальных кейсов ведущих САПР-систем, также исследуются архитектурные решения Autodesk Fusion 360 обладающей облачной платформой с веб-интерфейсом и классические нативные САПР SolidWorks , nanoCAD отечественный аналог. Особое внимание уделяется тому, как выбор архитектуры влияет на пользовательский опыт, производительность и масштабируемость системы. Завершается лекция постановкой сквозной задачи на семестр - разработка прототипа интерфейса для гибридного приложения, объединяющего расчетный модуль на Python/C++ и веб-визуализацию результатов. Студентам демонстрируется структура итогового образовательного демо проекта «OpenCAD», который будет поэтапно создаваться в ходе практических занятий.<br><br>На первом практическом занятии студенты разрабатывают каркас проекта, выбирают архитектурный паттерн, настраивают структуру каталогов и среду разработки. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Проектирование пользовательских сценариев и ролевых моделей | Раздел посвящен учету ролевой модели при проектировании интерфейсов САПР. Рассматриваются различные состояния пользователя и соответствующие им интерфейсные решения:<br>- Неавторизованный пользователь. Лендинг страница с превью системы, демонстрационными материалами и призывом к действию (регистрация/вход). Особенности информационного дизайна для презентации сложного инженерного продукта.<br>- Авторизованный пользователь с ролью инженера. Полноценное рабочее пространство с доступом к схематическому и топологическому редакторам, менеджеру компонентов, модулю симуляции, терминалу для командной работы.<br>- Администратор: панель управления параметрами САПР, управление библиотекой компонентов, управление пользователями и правами доступа, мониторинг активности.<br>- Инженер-проектировщик (специализированная роль) - доступ к узкоспециализированным модулям (топологическое проектирование, трассировка печатных плат).<br><br>Разбираются принципы разграничения прав доступа на уровне отображения виджетов (ориентированный на роль пользователя UI). Рассматриваются способы динамической подгрузки интерфейсных элементов в зависимости от роли и контекста работы. Демонстрируются паттерны проектирования для сложных систем с множеством пользовательских ролей.<br><br>Лекция 3. Психология восприятия и проектирование UX для инженера<br>В рамках данной темы изучаются когнитивные аспекты взаимодействия инженера с программным обеспечением. Рассматриваются:<br>1. Применение принципов проектирования в компоновке панелей САПР: группировка инструментов, визуальное выравнивание, закон близости и подобия для создания интуитивно понятных интерфейсов.<br>2. F-образный и Z-образный паттерны сканирования экрана и их применение при размещении ключевых элементов управления (меню, панели инструментов, палитры свойств).<br>3. Проектирование пользовательских маршрутов (сценарив работы) для решения типовой задачи проектирования. Например, "Загрузил модель", "Назначил материалы", "Запустил расчет", "Получил отчет и визуализацию".<br>4. Методы снижения когнитивной нагрузки при работе с большими массивами числовых данных: визуальное кодирование, цветовое выделение критических параметров, группировка связанных значений, использование прогресс-баров для длительных операций.<br><br>Особое внимание уделяется специфике работы инженера-проектировщика, заключающаяся в необходимости быстрого переключения между задачами, работа с высокой плотностью информации, требования к точности визуализации. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Методологии и инструменты проектирования UI/UX | Раздел посвящен глубокому погружению в методологию проектирования пользовательского опыта в контексте инженерных приложений. Рассматриваются следующие этапы UX-проектирования:<br><br>Лекция 4. UI vs UX. Методологии и фреймворки проектирования<br>1. Исследование - методы сбора данных о пользователях, анализ конкурентов, изучение контекста использования САПР.<br>2. Jobs to be Done (JTBD) - методология, ориентированная на выявление задач, которые «нанимает» пользователь для выполнения своей работы. Применительно к САПР: анализ того, какие именно инженерные задачи решаются с помощью интерфейса.<br>3. CustDev для инженеров - особенности проведения глубинных интервью с инженерами-схемотехниками и проектировщиками. Формулировка гипотез, проверка предположений о поведении пользователей.<br>4. Создание CJM (Customer Journey Map) - карта путешествия пользователя по ключевым сценариям работы в САПР — от первого знакомства с системой до выполнения сложного инженерного расчета. Выявление болевых точек и точек роста.<br>5. Прототипирование - переход от низкодетализированных эскизов до высокодетализированных макетов в Figma. Интерактивные прототипы с переходами между экранами, тестирование гипотез на реальных пользователях.<br>6. Юзабилити-тестирование - методы проведения, сбор метрик (время выполнения задачи, количество ошибок, удовлетворенность пользователя).<br><br>Лекция 7. Разработка единого стиля и UI Kit для гетерогенной системы<br>В рамках данной темы рассматривается создание "дизайн системы" (Design System) как основы единого визуального стиля для сложной системы, состоящей из множества модулей (веб-интерфейс, десктоп-приложение, терминал командной строки).<br>1. Дизайн система - понятие, структура, преимущества использования в крупных проектах. Атомарный дизайн как методология организации компонентов интерфейса.<br>2. UI Kit в Figma, составление библиотеки компонентов — типографика (шрифты, размеры, межстрочные интервалы), сетка, тени, цветовые токены.<br>3. Работа с GUI и CLI - унификация стилей для графического интерфейса и командной строки. CL-интерфейс как альтернативный режим для пакетной обработки и автоматизации задач в САПР.<br>4. Организация переключения тем - светлая и темная тема оформления. 5. Использование CSS-кастомизации для веб-интерфейса и QSS для Qt-приложений. Принципы наследования стилей и поддержка контрастности для инженерных чертежей.<br>6. Интеграция UI Kit с системой управления версиями: поддержка актуальности компонентов, синхронизация Figma с кодом. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Кросс-платформенность и интеграция графических подсистем | Раздел посвящен анализу критических различий между веб- и десктоп-интерфейсами для инженерных приложений, а также стратегиям выбора технологического стека.<br>Лекция 5. Кросс-платформенность: Web vs Desktop в контексте САПР<br>Десктоп-интерфейсы. Прямой доступ к файловой системе: возможности работы с локальными библиотеками компонентов, импорт/экспорт проектов. Многооконность - использование нескольких окон для разных модулей (схема, топология, 3D-просмотр). Использование ГПУ через OpenGL/Vulkan для высокопроизводительной 3D-визуализации и рендеринга. Высокая отзывчивость на события мыши: точное позиционирование, Hover-эффекты, поддержка сложных жестов.<br>Поддержка плагинов и расширений через нативные интерфейсы.<br>Веб-интерфейсы: HTML/CSS/JS, WebAssembly. Песочница браузера - ограничения на доступ к файловой системе, работа через File API. Ограничения по памяти и производительности (особенно при работе с большими схемами). Работа с WebAssembly для переноса тяжелых расчетов на клиентскую сторону. Необходимость адаптации под различные размеры экранов и разрешения. Преимущества: доступность из любой точки, отсутствие установки, простота обновления. Гибридные решения (Electron, Qt WebEngine). Стратегии выбора - когда предпочтительнее Electron, а когда нативный C++/Qt. Портирование UI между разными системами - адаптация интерфейса при переносе с веб-платформы на десктоп и обратно. Унификация кода через единую дизайн систему.<br>Лекция 6. Интерактивные визуализации: Графики, 3D-сцены и анимация.<br>В рамках данной темы изучаются технологии интеграции графических объектов в интерфейс САПР — от простых 2D-графиков до сложных 3D-сцен и анимационных представлений. Библиотеки 2D и 3D визуализации. Сценарии отображения результатов расчетов в реальном времени. Использование WebSocket для потоковой передачи данных от моделирующего ядра к интерфейсу. Динамическое обновление графиков при изменении параметров. Реализация интерактивных инструментов. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Интернационализация, адаптация и тестирование | Раздел посвящен вопросам адаптации интерфейса для работы на разных языках и в разных региональных стандартах, что является обязательным требованием для современного инженерного ПО.<br>Лекция 8. Интернационализация и локализация в интерфейсе САПР<br>Технические аспекты интернационализации. Хранение строковых ресурсов в файлах форматов или .json. Организация модуля переводов на фронтенде: функция перевода, подстановка параметров. Проблема длины строк: русскоязычные тексты в среднем на 30% длиннее англоязычных — требования к резиновой верстке, адаптивные отступы, ограничения на длину текста в кнопках. Локализация числовых форматов: десятичный разделитель (точка, запятая), формат дат и времени. Локализация единиц измерения: миллиметры vs дюймы, градусы Цельсия/Фаренгейта. Динамическое переключение языка. Архитектурные решения для смены языка без перезагрузки страницы. Особенности локализации инженерной терминологии. сложные технические термины, аббревиатуры (PCB, SPICE, netlist), правила сокращений для разных языков. Тестирование локализации: проверка корректности отображения для разных языков, выявление проблем с переполнением контейнеров.<br>Лекция 9. Стандарты, версионирование и тестирование UI. В рамках данной темы рассматриваются нормативные документы, best practices и методы контроля качества графических подсистем САПР. Стандарты и нормативная документация. Требования к документированию пользовательских интерфейсов в инженерном ПО. Стандарты доступности для обеспечения работы с интерфейсом людей с ограниченными возможностями. Atomic Design как методология организации компонентов: атомы, молекулы, организмы, шаблоны, страницы. Архитектурная методология для фронтенд-проектов. Использование CSS-препроцессоров для модульности стилей. Версионирование UI. Семантическое версионирование для интерфейсных компонентов. Управление версиями API интерфейса. Обратная совместимость и миграции при обновлении UI. Методы тестирования графических подсистем. Snapshot-тесты. визуальные регрессии, сравнение эталонных скриншотов с текущим отображением. Unit-тесты компонентов: изолированное тестирование UI-элементов. Integration-тесты: проверка взаимодействия компонентов. End-to-End тесты. сценарии пользовательского поведения. Автоматизация проверки ключевых пользовательских путей. Организация CI/CD для фронтенда САПР. Автоматическая сборка и запуск тестов при каждом коммите. Развертывание демо-стенда с последней версией интерфейса. Мониторинг производительности. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| | Итого | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 1 Введение в архитектуру графических подсистем САПР | Практика 1. Проектирование архитектуры интерфейса и настройка окружения. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Проектирование пользовательских сценариев и ролевых моделей | Модуль авторизации и ролевая модель (UI/UX) | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Методологии и инструменты проектирования UI/UX | Терминал (CLI интерфейс) и связь с вычислительным ядром для моделирования | 2 | ПК-3 |
| | Схемотехнический редактор | 2 | ПК-3 |
| | Топологический редактор и менеджер компонентов | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Кросс-платформенность и интеграция графических подсистем | Модуль моделирования и визуализации результатов | 2 | ПК-3 |
| | Интернационализация и темы оформления графического интерфейса пользователя | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Интернационализация, адаптация и тестирование | Портирование и интеграция разных систем посредством программных интерфейсов | 2 | ПК-3 |
| | Тестирование, Версионирование и Документирование интерфейса пользователя | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 Введение в архитектуру графических подсистем САПР | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 85755

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Проектирование пользовательских сценариев и ролевых моделей | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |
| 3 Методологии и инструменты проектирования UI/UX | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 24 | | |
| 4 Кросс-платформенность и интеграция графических подсистем | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 24 | | |
| 5 Интернационализация, адаптация и тестирование | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 24 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| Итого | | 108 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 15 | 15 | 20 | 50 |
| Тестирование | 15 | 15 | 20 | 50 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Согласована на портале № 85755

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Мандел, Т. Разработка пользовательского интерфейса / Т. Мандел. — Москва : ДМК Пресс, 2007. — 418 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1227.

2. Стаяно, Ф. Figma проектирование и прототипирование интерфейсов : руководство / Ф. Стаяно ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 370 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/456791.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений : учебное пособие / Х. Гома ; перевод с английского Н. Мухина. — 2-е изд., эл. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 700 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/519392.

2. Янцев, В. В. Разработка web-страниц на HTML, CSS и JavaScript : учебное пособие для вузов / В. В. Янцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 148 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/422462.

3. Минязев, Р. Ш. Скриптовые языки web-программирования (JavaScript, PHP, html/CSS) : учебно-методическое пособие / Р. Ш. Минязев. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2022. — 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/399557.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Баланов, А. Н. Прототипирование и разработка пользовательского интерфейса: оптимизация UX : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 220 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/515090.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 85755

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-научная лаборатория промышленного дизайна: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 224/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL 1 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Системный блок 1 15 шт.

Комплект специализированной учебной мебели

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft Windows 10 Pro;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную

Согласована на портале № 85755

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в архитектуру графических подсистем САПР | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Проектирование пользовательских сценариев и ролевых моделей | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Методологии и инструменты проектирования UI/UX | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Кросс-платформенность и интеграция графических подсистем | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 85755

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Интернационализация, адаптация и тестирование | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

Согласована на портале № 85755

| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой архитектурный паттерн предполагает активное использование привязки данных (data binding) между моделью и представлением, что особенно удобно для реализации сложных интерфейсов САПР с большим количеством взаимосвязанных элементов?
    1. MVC (Model-View-Controller)
    2. MVP (Model-View-Presenter)
    3. MVVM (Model-View-ViewModel)
    4. PAC (Presentation-Abstraction-Control)
2. В методологии JTBD (Jobs to be Done) при проектировании интерфейса САПР основное внимание уделяется:
    1. Визуальной эстетике и цветовым решениям интерфейса
    2. Производительности рендеринга графических объектов
    3. Пониманию, какие задачи пользователь «нанимает» для выполнения с помощью ПО
    4. Количеству пользователей, одновременно работающих в системе
3. В контексте тестирования UI метод Snapshot-тестирования предназначен для:
    1. Проверки производительности интерфейса при больших нагрузках
    2. Выявления визуальных регрессий путем сравнения текущего скриншота с эталонным
    3. Тестирования безопасности авторизации и аутентификации
    4. Проверки корректности работы WebSocket-соединений
4. Что из перечисленного является отличительной особенностью E2E (End-to-End) тестирования UI?
    1. Тесты выполняются изолированно для каждого отдельного компонента интерфейса
    2. Тесты проверяют полные пользовательские сценарии в среде, максимально приближенной к реальной
    3. Тесты выполняются только на этапе сборки проекта и не требуют запуска браузера
    4. Тесты проверяют только внешний вид элементов без проверки их функциональности
5. При проектировании UX для инженера-расчетчика особое внимание следует уделять снижению когнитивной нагрузки. Какой из перечисленных подходов НЕ способствует снижению когнитивной нагрузки?
    1. Группировка связанных параметров на панели свойств
    2. Использование цветового кодирования для критических значений
    3. Размещение большого количества инструментов на одной панели без группировки
    4. Отображение прогресс-бара для длительных операций симуляции
6. Какое утверждение о версионировании UI (интерфейса пользователя) является корректным?
    1. Версионирование UI не требуется, так как интерфейс изменяется только на этапе разработки
    2. Версионирование UI осуществляется по тем же правилам, что и версионирование

Согласована на портале № 85755

API, с использованием SemVer
3. Версионирование UI выполняется только для мобильных версий приложений
4. Версионирование UI не связано с версионированием бэкенда и может выполняться независимо без какой-либо координации

7. Какой инструмент или технология позволяет выполнять код на C++ непосредственно в браузере для выполнения тяжелых расчетов в веб-версии САПР?
    1. Electron
    2. WebAssembly
    3. Node.js
    4. Django
8. При разработке UI Kit для САПР, объединяющей модули на Python, C++ и JavaScript, основная цель создания единой Design System заключается в:
    1. Обеспечении визуальной консистентности интерфейса на всех платформах и модулях
    2. Упрощении процесса авторизации пользователей
    3. Увеличении скорости работы симулятора NGSPICE
    4. Снижении требований к квалификации разработчиков
9. В каком из сценариев использования САПР интерфейс командной строки (CLI) является предпочтительным по сравнению с графическим интерфейсом (GUI)?
    1. При обучении новых пользователей работе с системой
    2. При выполнении пакетной обработки и автоматизированных расчетов без участия пользователя
    3. При визуальном проектировании топологии печатной платы
    4. При просмотре 3D-моделей компонентов
10. Что из перечисленного является примером нефункционального требования к графической подсистеме САПР?
    1. Возможность перетаскивать компоненты на схему с помощью Drag-and-Drop
    2. Поддержка формата файлов .sch для импорта схем
    3. Время отклика интерфейса при перетаскивании должно составлять не более 16 мс (60 FPS)
    4. Возможность экспорта схемы в формат PNG
11. При создании CJM (Customer Journey Map) для инженерной САПР основная задача заключается в:
    1. Создании инфографики с представлением дизайн стиля ПО
    2. Визуализации пути пользователя с выделением этапов, точек контакта и болевых точек взаимодействия с системой
    3. Определении структуры UI Kit и дизайн системы проекта
    4. Визуализации выполнения основго процесса работы целевого ПО, например симуляции NGSPICE
12. При реализации схемотехнического редактора на веб-платформе для отображения большого количества компонентов (более 1000) наиболее эффективным подходом с точки зрения производительности является:
    1. Отрисовка всех компонентов в виде отдельных DOM-элементов с использованием абсолютного позиционирования
    2. Использование Canvas с реализацией виртуализации (рендеринг только видимой области)
    3. Использование таблицы HTML для хранения координат каждого компонента
    4. Отрисовка каждого компонента в отдельном iframe
13. Какой из перечисленных методов является наиболее подходящим для реализации функции «Отмена/Повтор» (Undo/Redo) в графическом редакторе САПР?
    1. Сохранение полного состояния холста в виде сериализованного JSON после каждого действия
    2. Использование паттерна Memento с сохранением состояния объектов в истории команд
    3. Копирование всех объектов на холсте в отдельный массив при каждом изменении
    4. Использование системного буфера обмена для хранения истории изменений

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Какой подход является наиболее эффективным с точки зрения производительности при реализации схемотехнического редактора на веб-платформе для отображения большого количества компонентов (более 1000)
2. Какой из перечисленных методов является наиболее подходящим для реализации функции «Отмена/Повтор» (Undo/Redo) в графическом редакторе САПР?
3. При портировании веб-интерфейса САПР на десктоп-платформу с использованием Qt/QML, какие элементы веб-интерфейса требуют наибольшей адаптации?
4. Какое из перечисленных утверждений о сохранении пользовательских настроек (тема, язык, положение панелей) в веб-интерфейсе САПР является корректным?
5. При реализации инструмента «Соединительные провода» (Wire) в схемотехническом редакторе, как следует организовать проверку возможности соединения между двумя выводами компонентов?
6. Какой подход является оптимальным в организации взаимодействия при интеграции модуля симуляции, с веб-интерфейсом на JavaScript через REST API?

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |

Согласована на портале № 85755

| | | |
|---|---|---|
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 85755

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | А.В. Жечева | Согласовано, 10222954-0bcd-4026-99f7-5b18919a1928 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | А.В. Осинцев | Разработано, eaca1dbf-3450-4b0d-8d0c-8f642316f32b |
| Доцент, каф. ТУ | А.Е. Максимов | Разработано, beead506-cc3e-4e5e-a4a9-1483bcb7167b |
| Доцент, каф. ТУ | А.А. Квасников | Разработано, cf21ef84-e933-437b-9797-2587eab2bb0d |
| Старший преподаватель, каф. ТУ | В.А. Семенюк | Разработано, 63ad4848-9ad3-47c3-94a0-303d66eb22c1 |

Согласована на портале № 85755