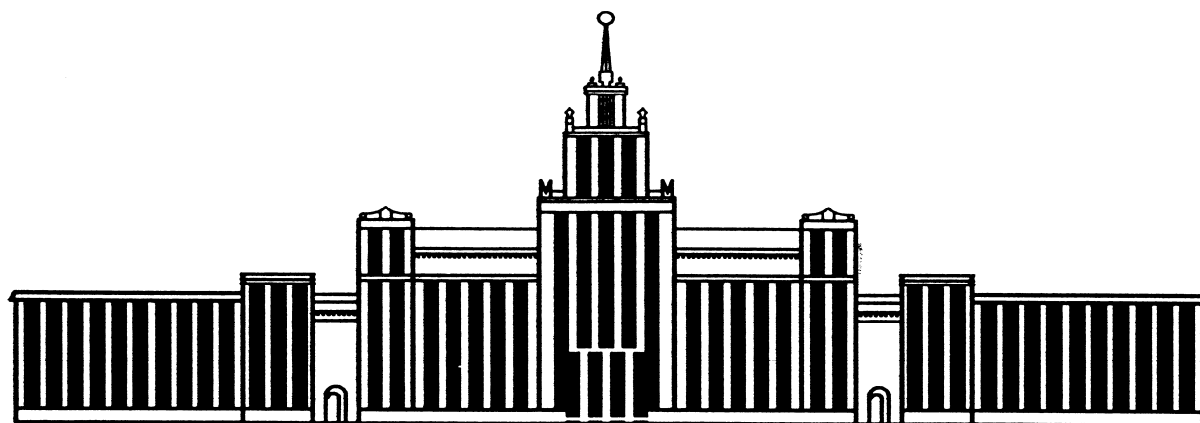

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ч448.я7
П441

А.Б. Хашимов, М.Г. Вахитов, Д.С. Клыгач,
Ю.В. Лысенко, И.А. Думчев

**ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 11.04.03
«КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

Учебное пособие

Челябинск
2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

Ч448.я7
П441

А.Б. Хашимов, М.Г. Вахитов, Д.С. Клыгач, Ю.В. Лысенко, И.А. Думчев

**ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 11.04.03
«КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

Учебное пособие

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2018

УДК 621.37/.39(075.8)
ББК Ч448.027.8.я7
П441

Одобрено
учебно-методической комиссией высшей школы электроники
и компьютерных наук

Рецензенты:
Родионов В.В., Усачев В.К.

Авторский коллектив:
А.Б. Хашимов, М.Г. Вахитов, Д.С. Клыгач,
Ю.В. Лысенко, И.А. Думчев

П441 **Подготовка и защита выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»:** учебное пособие / А.Б. Хашимов, М.Г. Вахитов, Д.С. Клыгач и др. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 48 с.

Учебное пособие предназначено для подготовки выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств». Учебное пособие составлено на основе требований ФГОС 3++.

В учебном пособии подробно рассмотрены вопросы, связанные с подготовкой и защитой выпускной квалификационной работы: общие требования, выбор темы, организация выполнения; содержание выпускной квалификационной работы, состав и структура пояснительной записки выпускной квалификационной работы, требования к оформлению и порядок защиты выпускной квалификационной работы.

УДК 621.37/.39(075.8)
ББК Ч448.027.8.я7

© Издательский центр ЮУрГУ, 2018

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКА МАГИСТРАТУРЫ

Магистр – это квалификация выпускника магистратуры, который на основе квалификации бакалавра или специалиста получил углубленные специальные знания и навыки инновационного характера, имеет определенный опыт их применения для решения проблемных профессиональных задач в конкретной области. Магистр должен обладать широкой профессиональной и общекультурной эрудицией, фундаментальной научной базой, владеть современными информационными технологиями, методами получения, обработки, хранения и использования научно-технической информации.

Основная образовательная программа (ООП) магистратуры включает в себя две основные составляющие: образовательную и научно-исследовательскую. Образовательная составляющая включает обязательную часть, вариативную часть и дисциплины по выбору. Она состоит из двух модулей: «Общенаучные дисциплины» и «Профессиональные дисциплины». Практики (производственная, учебная, преддипломная) и научно-исследовательская работа (НИР) в полном объеме относятся к вариативной части программы. НИР обучающихся в магистратуре студентов направлена на формирование профессиональных и общекультурных компетенций в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) высшего образования и основных образовательных программ Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет) (далее Университет).

Государственная итоговая аттестация (ГИА) студентов является обязательной частью ООП и в полном объеме относится к базовой части ООП магистратуры.

К ГИА допускается студент, не имеющий академической задолженности, в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе 11.04.03 «Проектирование и технология электронных средств». ГИА проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в целях определения соответствия результатов освоения студентами основной образовательной программы всем требованиям ФГОС.

Успешное прохождение ГИА является основанием для выдачи студенту документа о высшем образовании и квалификации «Магистр техники и технологии» образца, установленному Министерством образования и науки Российской Федерации. ГИА студентов по направлению 11.04.03 «Проектирование и тех-

нология электронных средств» проводится в форме публичной защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА

ГИА в соответствии с ООП магистратуры направления подготовки 11.04.03 «Проектирование и технология электронных средств» включает защиту ВКР. В соответствии с ФГОС высшего образования ВКР должна представлять собой законченную проектную, конструкторско-технологическую, теоретическую или экспериментальную научно-исследовательскую работу, выполненную самостоятельно, связанную с решением актуальной научно-технической проблемы, определяемой спецификой направления подготовки. ВКР показывает уровень профессиональной подготовки студента, умение самостоятельно вести научный поиск и решать практические задачи в сфере практической деятельности.

ВКР должна выполняться с учетом знаний, профессиональных навыков, полученных студентом в ходе прохождения теоретического обучения, практик и выполнения НИР.

ВКР магистра должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, изложены обоснованные проектные или технологические разработки, имеющие важное практическое значение для промышленности, проектных организаций.

ВКР должна быть выполнена самостоятельно, содержать совокупность новых научных результатов и положений, предлагаемых автором для публичной защиты, иметь единство содержания и показывать личный вклад автора в проблематику научно-технических задач. Предложенные автором новые решения должны быть строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями.

ВКР прикладного направления должна включать сведения о практическом использовании полученных автором результатов (акты внедрения), в ВКР теоретического направления – рекомендации по использованию научных положений и выводов, экспертные заключения о новизне и актуальности материалов исследований.

Основные научные результаты ВКР желательно опубликовать не менее чем в одной изданной работе в виде тезисов докладов научно-практических конференций – ЮУрГУ, отраслевых, российских. Для выпускников, претендующих

на диплом с отличием, дополнительным преимуществом является опубликованная статья – в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации (<http://vak.ed.gov.ru/ru/list/>).

3. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Тема ВКР должна быть актуальной, содержать элементы научной новизны и практической значимости, учитывать перспективные направления развития техники и технологий по направлению «Проектирование и технология электронных средств». Результаты ВКР должны представлять практическую ценность для предприятий и организаций, на материалах которых выполняется работа. Кроме того, выбор темы должен основываться на проведенной научно-исследовательской работе в процессе обучения в магистратуре, учитывать степень разработанности и освещенности ее в научно-технической литературе.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры» (КиПР), освоившие программу магистратуры:

- научно-исследовательская;
- проектная;
- производственно-технологическая.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры, готов решать следующие **профессиональные задачи научно-технической деятельности**:

- формулирование задачи и плана научного исследования в области проектирования радиоэлектронных средств (РЭС) на основе проведения библиографического поиска с применением современных информационных технологий;
- построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка нового или выбор готового алгоритма решения задачи;
- выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований;
- проведение радиотехнических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов;
- оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями;

- защита приоритета и новизны полученных результатов исследований с использованием юридической базы для охраны интеллектуальной собственности.

Основные направления ВКР магистратуры кафедры КиПР:

- выполнение математического (компьютерного) моделирования объектов и систем на базе пакетов прикладных программ;
- проектирование узлов и блоков быстродействующих радиоэлектронных средств;
- разработка конструкций модулей для модернизации действующих радиоэлектронных комплексов различного назначения;
- разработка и внедрение инновационных технологических циклов производства радиоэлектронных средств.

Перечень тем ВКР разрабатывается выпускающей кафедрой КиПР и утверждается ректором Университета.

Студенту предоставляется право выбора темы ВКР по письменному заявлению (приложение 1), из числа тем, предложенных выпускающей кафедрой, либо собственной темы с обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области или на конкретном предприятии профессиональной деятельности. Выпускающая кафедра в 3-дневный срок рассматривает заявление студента и выносит решение о принятии или отклонении предложенной темы.

Выпускающая кафедра доводит до сведения студентов перечень утвержденных тем не позднее, чем за **6 месяцев** до даты начала ГИА (17 неделя второго учебного года), путем размещения их на сайте кафедры <http://kipr.susu.ru> и информационных стендах.

После выбора студентами темы ВКР издается приказ ректора Университета, в котором по представлению выпускающей кафедры за каждым студентом закрепляется руководитель ВКР (обычно научный руководитель) и, при необходимости, консультант из числа преподавателей, научных и инженерно-технических работников Университета или ведущих специалистов профильных предприятий и организаций.

ВКР оформляется с соблюдением действующих в Университете стандартов и методических указаний.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выполнение ВКР осуществляется студентами как в проектных, научных, производственных организациях по месту распределения (преимущественно), так и в Университете.

Руководитель ВКР:

- выдает утвержденное задание на ВКР не позднее 17-й недели 2 учебного года (приложение 2);
- оказывает студенту методическую помощь в организации и выполнении работы в течение всего срока подготовки ВКР;
- проводит систематические консультации в период выполнения ВКР не реже 1 раза в неделю;
- систематически контролирует график выполнения ВКР (приложение 3) и проверяет содержание пояснительной записки и электронной презентации. При необходимости допустима коррекция графика выполнения по согласованию с заведующим кафедрой.

В целях оперативного и независимого контроля выполнения графика ВКР по распоряжению заведующего кафедрой назначается контролер из числа преподавателей кафедры, которые на 32-й и 36-й неделе проверяют ход выполнения ВКР (приблизительно 40% и 80% общего объема работ, соответственно). По результатам проверки проводится заседание кафедры, на котором обсуждается общее положение выполнения графика ВКР, предлагаются меры по устранению выявленных нарушений.

По мере выполнения ВКР ее отдельные главы (а перед защитой в обязательном порядке – полностью) проверяются на объем заимствований с использованием системы «Антиплагиат» в личном кабинете студента корпоративной информационно-аналитической системы «Универис».

Законченные тексты ВКР размещаются Университетом в электронно-библиотечной системе в установленном ректором порядке.

Выпускающая кафедра организует и проводит выборочно предварительную защиту ВКР по графику, утвержденному распоряжением заведующего кафедрой. Предварительная защита ВКР является одной из форм контроля преддипломной практики. По итогам этого мероприятия студент допускается к защите ВКР на заседании ГЭК и ему назначается рецензент из числа высококвалифицированных специалистов профильных организаций и предприятий. Если кафедра на своем заседании принимает решение, что студент не может быть до-

пущен к защите ВКР, то протокол заседания кафедры с этим решением представляется через директора Высшей школы электроники и компьютерных наук (ВШ ЭКН) на утверждение ректору и последующего отчисления студента.

Законченная ВКР представляется студентом на выпускающую кафедру не позднее, чем за 7 дней до даты защиты. Одновременно с этим руководитель ВКР представляет на кафедру письменный отзыв о работе студента в период подготовки ВКР (приложение б), в котором содержится краткая характеристика работы:

- оценка соответствия подготовленности студента требованиям ФГОС;
- степень самостоятельности, проявленная студентом при выполнении ВКР;
- умение студента организовать свой труд;
- наличие публикаций и выступлений на конференциях.

Направление на рецензию выдается заведующим кафедрой не позднее, чем за 7 дней до даты защиты. Предоставляемая рецензенту пояснительная записка и графические материалы ВКР должны быть полностью оформлены, подписаны студентом, руководителем и заведующего кафедрой, содержать отметки о прохождении процедуры «Антиплагиат» и нормоконтроля.

Выпускающая кафедра обеспечивает ознакомление студента с рецензией и отзывом не позднее, чем за 5 календарных дней до даты защиты. Студент ставит свою подпись на бланках отзыва и рецензии.

Примерный график выполнения основных разделов ВКР с привязкой к учебному плану приведен в таблице 1. Материалы этой таблицы показывают необходимость четкой взаимосвязи учебного процесса подготовки магистров с большим объемом самостоятельной научно-исследовательской, практической работы для выполнения ВКР.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Программа ГИА, включающая требования к ВКР, порядку их выполнения и процедуры проведения защиты ВКР, утвержденные Университетом критерии оценки результатов аттестации, а так же порядок подачи и рассмотрения апелляций доводятся до сведения студентов не позднее, чем за **6 месяцев** до начала ГИА, при определении или выбора темы ВКР.

Руководитель ГЭК утверждается приказом ректора Университета на 6-й неделе, состав ГЭК утверждается приказом ректора на 12-й неделе 2 учебного года по представлению выпускающей кафедры.

Не позднее, чем за 30 календарных дней до даты проведения защиты ВКР, распоряжением ректора Университета утверждается расписание работы ГЭК, в котором указываются даты, время и место проведения защиты ВКР. Вся необходимая информация доводится до сведения студентов, руководителей и рецензентов путем размещения на информационном стенде выпускающей кафедры.

На основе утвержденного графика работы ГЭК по защите ВКР и пожеланий студентов в течение 2 недель выпускающей кафедрой формируются списки студентов, защищающих ВКР в конкретные дни заседания комиссии. При планировании работы ГЭК следует учитывать, что максимальное время работы комиссии не должно быть больше 6 часов в день.

Не позднее, чем за 10 календарных дней до начала заседаний ГЭК директор ВШ ЭКН издает распоряжение о допуске студентов к ГИА.

Защита ВКР (за исключением работ, содержащих сведения, составляющие служебную или государственную тайну) проводится на открытом заседании ГЭК с участием не меньше двух третей ее состава. Общая продолжительность защиты одной ВКР не должна превышать 30 минут.

Процедура защиты предполагает:

- представление студента и его руководителя (оглашает секретарь ГЭК);
- оглашение справки дирекции ВШ ЭКН об изученных дисциплинах и полученных оценках (оглашает секретарь ГЭК);
- доклад студента по материалам ВКР с демонстрацией графической документации и электронной презентации (регламент выступления 10...15 минут);
- ответы студента на вопросы членов ГЭК;
- общую дискуссию по вопросам, связанным с темой исследования, где происходит публичное обсуждение ВКР с участием всех заинтересованных сторон. В конце обсуждения председатель ГЭК предоставляет студенту заключительное слово с тем, чтобы он смог ответить на высказанные в ходе дискуссии замечания;
- оглашение секретарем ГЭК отзыва руководителя и рецензии, акта внедрения результатов ВКР (при наличии), затем студенту предлагают ответить на приведенные замечания. Образцы отзыва руководителя, рецензии и акта внедрения результатов ВКР приведены в приложениях 6, 7 и 8, соответственно;
- обсуждение доводов студента на замечания руководителя и рецензента.

Доклад может быть подготовлен письменно, но рекомендуется на защите выступать свободно, не зачитывая текст.

Доклад должен сопровождаться демонстрацией графических материалов (плакаты, чертежи, функциональные и принципиальные электрические схемы, программная документация), электронной презентацией с краткими текстовыми формулировками:

- объект, предмет и цель исследования;
- перечень решаемых в ВКР задач;
- аналитический обзор по теме ВКР;
- основные теоретические положения по теме ВКР, формулы;
- функциональные, принципиальные схемы, таблицы и графики полученных результатов компьютерного моделирования, или обработки экспериментальных данных;
- фотографии макетов, разработанных устройств, прочие наглядные материалы;
- выводы по полученным результатам при выполнении ВКР.

Для членов ГЭК необходимо предоставить бумажные копии всех слайдов электронной презентации по докладу и материалам ВКР.

Доклад на защите следует строить по определенному плану, излагая наиболее существенные этапы и результаты ВКР. Рекомендуемая структура плана доклада:

- представление автора;
- название темы ВКР, тематика работы, место выполнения;
- направленность работы (теоретическая, проектная, экспериментальная, производственно-технологическая, учебно-методическая);
- цель работы, ее актуальность, научная новизна и практическая ценность исследования;
- формулировка решаемых в работе задач;
- аналитический обзор и анализ методов решения задач, поставленных в ВКР, описание и обоснование выбранных (предложенных) методов;
- изложение последовательности действий, направленных на решение задач, краткое описание полученных результатов;
- общие выводы по итогам работы, перспективы дальнейших исследований по данной теме.

Решение ГЭК по итогам проведенных защит принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в засе-

дании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (заместитель председателя) обладает правом решающего голоса.

Результаты каждой защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые обязательно включают в себя результаты успеваемости студента в период обучения. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение ГИА.

Критерии оценивания результатов деятельности студентов можно классифицировать следующим образом:

- «отлично» – за глубокое и полное содержание ВКР, в которой студент свободно ориентируется, четкий понятийный аппарат, умение связывать теорию и практику, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Кроме того, такая оценка предполагает грамотное, логически обоснованное изложение ответов на вопросы членов ГЭК, качественное оформление всех материалов ВКР;

- «хорошо» – если студент полностью освоил учебный материал ВКР, владеет используемым понятийным аппаратом, ориентируется в содержании материалов ВКР, осознанно применяет полученные знания для решения практических задач, грамотно излагает ответы, но содержание, форма ответов, оформление материалов ВКР имеют отдельные неточности;

- «удовлетворительно» – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений ВКР, но излагает их недостаточно полно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении полученных знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения;

- «неудовлетворительно» – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главные и второстепенные детали в материалах ВКР, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает результаты выполнения ВКР, не может применять знания для решения практических задач, за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать.

Результаты ГИА и решение о присвоении студенту квалификации «Магистр техники и технологии» по направлению «Проектирование и технология электронных средств», выдаче диплома о высшем образовании государственного

образца объявляются в устной форме в день защиты ВКР после оформления протокола заседания ГЭК.

Студент, получивший допуск на защиту, но не прошедший ГИА по уважительной причине (по медицинским показаниям, других исключительных случаях, подтвержденных документально), может защитить ВКР на одном из следующих заседаний ГЭК. Ему предоставляется возможность пройти ГИА без отчисления из Университета, но не позднее 6 месяцев, начиная с дня назначенной защиты ВКР.

Студенты, не прошедшие ГИА в связи с неуважительными причинами или в связи с получением оценки «неудовлетворительно», отчисляются из Университета с выдачей академической справки установленного образца как не выполнившие требований образовательной программы учебного плана. В этом случае лицо может повторно пройти ГИА не ранее, чем через год и не позднее, чем через пять лет после срока назначенной, но не пройденной им защиты ВКР.

6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ АПЕЛЛЯЦИИ

По результатам ГИА студент имеет право на апелляцию.

Студент имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения ГИА, и (или) несогласии с результатами защиты в ГЭК. Апелляция подается лично студентом в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов ГИА.

Для рассмотрения апелляции секретарь ГЭК представляет в апелляционную комиссию:

- протокол заседания ГЭК;
- заключение председателя (заместителя председателя) ГЭК о соблюдении процедурных вопросов при проведении ГИА;
- ВКР студента;
- отзыв руководителя ВКР и рецензию.

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель (заместитель председателя) ГЭК и студент, подавший апелляцию.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения студента, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления студента, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью студента.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами ГИА апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранения результата ГИА;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата ГИА.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в ГЭК. Это решение является основанием для аннулирования ранее выставленного результата ГИА и выставлением нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение ГИА осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее 15 июля.

Апелляция на повторное проведение ГИА не принимается.

Все решения итоговой ГЭК и апелляционной комиссии оформляются соответствующими протоколами.

7. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оформление пояснительной записки ВКР должно соответствовать всем требованиям действующего СТО ЮУрГУ 04-2008 «Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению».

Общий состав пояснительной записки выглядит следующим образом:

- титульный лист (приложение 4);
- задание на выпускную квалификационную работу (приложение 2);
- аннотация;
- оглавление;
- введение;
- перечень принятых сокращений и условных обозначений;
- разделы основного текстового материала;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения (при необходимости).

Все перечисленные разделы пояснительной записки, за исключением перечня принятых сокращений и условных обозначений, являются обязательными и служат заголовками разделов.

Титульный лист. Образец заполнения титульного листа ВКР приведен в приложении 4. Титульный лист выполняется со строгим соблюдением образца. Допускается заполнение элементов бланка титульного листа черными чернилами, пастой или гелем.

После слов «Выпускная квалификационная работа» указывается: идентификационный номер ВКР, состоящий из следующих элементов:

ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.00.00 ПЗ – код направления, год, три последние цифры студенческого билета, следующие четыре цифры используются для нумерации сборочных чертежей и сборочных единиц, шифр пояснительной записки ПЗ. Пример идентификационного номера сборочного чертежа:

ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.01.02 СБ.

Задание на выпускную квалификационную работу. Задание на выполнение ВКР выдается на типовом бланке. Задание составляется руководителем ВКР, утверждается заведующим кафедрой и выдается студенту на 16 неделе второго года обучения (перед началом преддипломной практики). Пример оформления задания на выпускную квалификационную работу приведен в приложении 2.

Аннотация. Аннотация помещается в пояснительной записке после задания. Аннотация включает: цели и задачи работы; актуальность и новизну работы в сравнении с аналогичными разработками, близкими по тематике и целям исследования; основные результаты работы. Пример аннотации с основной надписью приведен в приложении 5. Поля рамки составляют: левое поле – 20 мм, верхнее поле – 5 мм, нижнее поле – 5 мм, правое поле – 5 мм.

Введение. Основная задача этого раздела – показать актуальность, научную новизну, перспективность и практическую ценность выполненной ВКР. Для этого необходимо охарактеризовать современное состояние научно-технической проблемы, в рамках которой выполнена ВКР, ее значимость для решения приоритетных государственных планов развития и перспективных инновационных направлений решения прикладных научных исследований. Во введении следует четко показать современный уровень исследования проблемы и существующие направления ее решения. Необходимо четко сформулировать цель ВКР и обозначить ее место и значимость в решении рассматриваемой проблемы. Завершается раздел формулировкой основных задач, решение которых последовательно излагается в соответствующих разделах ВКР.

Текст введения не должен содержать обзор литературных источников (он приводится в подразделах раздела 1 основного текстового материала). Объем текста введения не должен превышать трех страниц.

Разделу «Введение» номер не присваивается.

Заключение. Заключение содержит выводы по ВКР, соответствующие заявленной цели и задачам исследования, основные результаты, полученные в ходе выполнения ВКР и рекомендации по дальнейшему совершенствованию предлагаемых решений. В заключении дается обобщенная оценка результатов выполнения ВКР – соответствие выполненной работы заданию, техническим требованиям, современному уровню научно-технического развития объекта исследования. В первую очередь отмечаются наиболее значимые и важные результаты. При этом после краткой, четкой формулировки конкретного полученного результата приводятся его количественная характеристика и соответствующий подраздел пояснительной записки, где в развернутой форме изложены теоретические и экспериментальные результаты исследования.

Библиографический список. В среднем список использованных источников должен содержать не менее 20 наименований отечественной и зарубежной научно-технической литературы. В список следует включать все виды использованной литературы: монографии, справочники, статьи, стандарты, обзорные материалы, авторские свидетельства и патенты, каталоги, препринты, сборники компьютерных программ.

Источники включают в список в порядке упоминания в тексте. При этом в тексте пояснительной записки должны быть ссылки на все приведенные в списке источники – номер источника и номер страницы источника, заключенные в прямые скобки. Например: [12, с. 56].

Приложения. Для конструкторско-технологических проектов приложения являются логически необходимым элементом пояснительной записки. К числу типичных приложений относятся спецификации сборочных чертежей ВКР, маршрутные карты технологических процессов, объемные отчетные материалы результатов моделирования и измерений, программная документация для проведения автоматизированного проектирования, обработки результатов математического моделирования и экспериментальных исследований. Для оформления приложений необходимо использовать стандарты ЮУрГУ [1, 2].

Электронная презентация ВКР включает в себя слайды, иллюстрирующие все разделы пояснительной записки и позволяющие составу ГЭК полное представление о результатах выполненной работы при ее защите.

Электронная презентация ВКР выполняется с соблюдением требований [1, 2]. Общее количество слайдов по ВКР не должно превышать 15. Пример оформления электронной презентации приведён в приложении 9.

Текст ВКР набирается в соответствии со стандартами ЮУрГУ [1, 2]. Шрифт Times New Roman размером 14 пт, межстрочный интервал – 1,5. В приложении 10 приведён фрагмент текста ПЗ с результатами математического моделирования.

Номера страниц проставляют в центре нижней части листа, тем же шрифтом, что и текст ВКР.

Расстояние от края бумаги до границ текста следует оставлять:

- в начале строк – 30 мм; в конце строк – 10 мм;
- от верхней или нижней строки текста до верхнего или нижнего края бумаги – 20 мм.

Размер абзацного отступа должен быть одинаковым по всему тексту ВКР и равным 12,5 мм.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей ВКР обозначенные арабскими цифрами.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела ставится точка.

Нумерация пунктов должна состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой.

Заголовок разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 2 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.

Список использованных источников должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» [3], стандартами ЮУрГУ [1, 2]. В приложении 7 приведены примеры оформления библиографических ссылок.

Графическая часть ВКР (чертежи, схемы, программная документация) выполняется с соблюдением соответствующих государственных стандартов.

Таблица 1

Соответствие разделов учебного плана и графика выполнения ВКР¹

Дисциплина	Часы	Задачи	Вклад в ВКР	Форма отчета	Форма контроля
1	2	3	4	5	6
I семестр					
НИР	264	Изучение научно-технических источников по направлению исследования	Обсуждение предполагаемой темы ВКР, области исследований. Обновление актуальности, практической ценности прогнозируемых результатов	Презентация. Отчет по НИР, (20...25) % объема ВКР	Публичная защита, зачет. Сроки проведения: 16 нед. учеб. года
История и методология науки и техники	72	Определение методологических и методических основ подготовки и оформления ВКР	Введение: актуальность, цель, предмет, объект, новизна, задачи исследования Глава 1: обзор основных положений, теорий, концепций, методологических и методических основ исследования	Презентация	Публичная защита, зачет. Сроки проведения: 16 нед. учеб. года
II семестр					
Практический семинар по проектированию и технологии РЭС	64	Выбор темы, назначение научного руководителя	Глава 1 (продолжение): итоговая проработка, верификация основных предлагаемых научно-технических положений, теорий, концепций, методологических и методических основ исследования	Презентация	Публичная защита, зачет. Сроки проведения: 38 нед. учеб. года
		Согласование с научным руководителем плана работ			
		Изучение требований, предъявляемым к ВКР магистра			
		Определение целей, задач и методов исследования			

¹ В разработке таблиц использованы материалы методических указаний [4].

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
НИР	176	Непосредственная разработка научной проблемы (с 27 по 40 нед. учеб.года)	Глава 2: теоретическая разработка предлагаемых научно-технических предложений, концепций, основных научных положений, методического обеспечения для их реализаций	Презентация. Отчет по НИР, (45...50) % объема ВКР	Публичная защита, зачет. Срок проведения: 40 нед. учеб. года
Производственная практика	72	Определение методологических и методических основ подготовки и оформления ВКР	Планирование, подготовка и проведение экспериментальных исследований, математического моделирования, сбор и обработка полученных результатов	Черновик главы 3	Зачет. Срок проведения: 45 нед. учеб. года
Учебная практика	72				Зачет. Срок проведения: 47 нед. учеб. года
III семестр					
НИР	264	Непосредственная разработка научной проблемы (продолжение)	Глава 3: Разработка математических моделей, алгоритмов и программ обработки экспериментальных результатов. Описание программных комплексов и схем проведения экспериментов. Утверждение темы и руководителя ВКР.	Презентация. Отчет по НИР, (70...75) % объема ВКР	Публичная защита, зачет. Срок проведения: 16 нед. учеб. года. Приказ ректора ЮУрГУ, 17 нед. учеб. года.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
IV семестр					
Преддипломная практика	144	Непосредственная разра-ботка научной проблемы (продолжение)	<p>Глава 4: анализ экспериментальных данных, обоснованное подтверждение разработанных научно-технических идей, концепций и положений, пробное применение авторских разработок в практической деятельности предприятий и организаций.</p> <p>Заключение: обобщение полученных новых научно-технических результатов, предложения для дальнейших исследований и практической реализации</p>	<p>Презентация.</p> <p>Отчет по пред-дипломной практике (100 % объема ВКР)</p>	<p>Публичная защита, зачет.</p> <p>Сроки проведения: 27 нед. учеб. года</p>
НИР	144	Оформление ВКР	<p>Оформление ПЗ ВКР в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ, проверка в системе «Антиплагиат», рецензирование работы, подготовка презентации и доклада к защите</p>	<p>Презентация.</p> <p>Доклад, 100 % ПЗ ВКР</p>	<p>Публичная пред-защита, зачет.</p> <p>Срок проведения согласно приказу ректора ЮУрГУ, 39 нед. учеб. года</p>
Итоговая аттестация	216	Защита ВКР	<p>Защита ВКР проводится на открытом заседании Государственной аттеста-ционной комиссии</p>	<p>Презентация.</p> <p>100 % ПЗ ВКР, устный доклад</p>	<p>Публичная защита. Срок проведения согласно приказу ректора ЮУрГУ</p>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Зав. кафедрой КиПР _____

студента гр. КЭ-2__ _____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу утвердить мне тему выпускной квалификационной работы по направлению 11.04.03 «Проектирование и технология электронных средств»:

«_____».

Научный руководитель: _____

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

Подпись студента:

Дата:

Согласовано:

_____/_____
(подпись) (Ф.И.О. научного руководителя)

_____/_____
(подпись) (Ф.И.О. руководителя магистерской программы)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры»
Направление 11.04.03 - Проектирование и технология электронных средств

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой, д.т.н., проф.
_____ Войтович Н.И.
_____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу
студента гр. КЭ-2__ Александрова Александра Александровича

1. Тема ВКР: «Исследование процесса внедрения системы инженерных расчетов в производственный цикл предприятия».
2. Объект исследования: системы автоматизации инженерных расчетов для моделирования и оптимизации рабочих моделей.
3. Предмет исследования: программный комплекс подготовки входных данных для моделирования тепловых режимов печатных плат.
4. Цель работы: оптимизация взаимодействия структурных подразделений предприятия при проведении полного цикла инженерных расчетов и моделирования рабочих моделей.
5. Исходные данные к работе.
 - 5.1. Комплект документации описания цикла разработка–производство–испытание. В ВКР должны быть приведены результаты исследования особенностей внедрения систем автоматизации инженерных расчетов (САЕ – Computer-aided engineering) и решения возникающих при этом проблем.
 - 5.2. Механизм подготовки входных данных и проведения расчетов должен проводиться силами одного-двух специалистов.

- 5.3. Процесс проведения расчетов должен предусматривать минимальное время освоения инженерами-конструкторами.
- 5.4. Перечень необходимых входных данных в САЕ.
- 5.5. Импорт входных данных производится из компонентов Altium Designer.
6. Содержание расчетно-пояснительной записки.
 - Введение.
 - Перечень принятых сокращений.
 1. Библиографический обзор.
 2. Анализ существующих методов проведения инженерных расчетов.
 - 2.1. Механизм разработки и испытаний изделий.
 - 2.2. Критические недостатки существующего механизма разработки.
 - 2.3. Обоснование необходимости анализа тепловых режимов печатных узлов.
 3. Методика решения задач текущего цикла.
 - 3.1. Выбор САПР.
 - 3.1.1. Обзор рынка систем САЕ.
 - 3.1.2. Формулировка требований к САПР.
 - 3.2. Описание метода конечных элементов для рассматриваемых задач.
 - 3.3. Обзор и сравнение тепловых моделей печатных плат.
 - 3.3.1. Усредненная модель печатной платы.
 - 3.3.2. Слоистая модель печатной платы.
 - 3.3.3. Топологическая модель печатной платы.
 - 3.4. Взаимодействие структурных подразделений при подготовке теплового анализа.
 - 3.5. Связь систем САЕ и Altium Designer.
 - 3.5.1. Перечень необходимых входных данных для САЕ.
 - 3.5.2. Импорт входных данных из компонента Altium Designer.
 - 3.5.3. Другие способы импорта входных данных.
 - 3.6. Настройка параметров рабочей станции.
 - 3.7. Корректировка базы элементов Altium Designer.
 - 3.8. Дополнение библиотеки материалов.
 - 3.9. Механизм теплового анализа.
 - 3.9.1. Оптимизация геометрии рабочей модели.
 - 3.9.2. Назначение материалов.
 - 3.9.3. Конечно-элементное разбиение твердотельной модели.
 - 3.9.4. Задание нагрузок.

- 3.9.5. Задание ограничений.
- 3.9.6. Идеализация контактных пар твердых тел.
- 3.9.7. Запуск и контроль решения.
- 3.9.8. Отображение результатов исследования.
- 3.9.9. Формирование отчета анализа.

Заключение.

Библиографический список.

7. Перечень графических материалов:

- 7.1. сборочный чертеж блока ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.00.00 СБ – 1 л. А1;
- 7.2. сборочный чертеж узла печатного ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.01.00 СБ – 1 л. А1;
- 7.3. сборочный чертеж узла печатного ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.02.00 СБ – 1 л. А1;
- 7.4. плакат «Механизм разработки изделий» – 1 л. А1;
- 7.5. плакат «Рынок систем САЕ» – 1 л. А1;
- 7.6. плакат «Тепловые модели печатных плат» – 1 л. А1;
- 7.7. плакат «Внешний вид изделия» – 1 л. А1;
- 7.8. плакат «Создание сеточной модели!» – 1 л. А1;
- 7.9. плакат «Результаты теплового анализа» – 1 л. А1.

8. Дата выдачи задания _____

9. Срок сдачи законченной ВКР _____

Руководитель ВКР _____

Руководитель магистерской программы _____

Консультанты по работе (с указанием относящихся к ним разделам):

Задание принял к исполнению _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы
 студента гр. КЭ-2___ Александрова Александра Александровича

Тема ВКР: Исследование процесса внедрения системы инженерных расчетов в производственный цикл предприятия.

Наименование разделов работы	Трудоемкость, %	Срок готовности	Примечание
1. Анализ известных систем САЕ, научно-технической литературы и документации по направлению исследования			
2. Анализ текущего механизма испытаний на предприятии, выбор САПР и инженерных платформ для исследований			
3. Исследование тепловых моделей печатных плат: усредненные модели, слоистые модели, топологические модели			
4. Организация оптимального взаимодействия структурных подразделений предприятия при проведении инженерных расчетов			
	Сумма 40	0 .04.20	Контроль
5. Разработка материалов для библиотеки САЕ, оптимизация геометрии рабочих моделей			
6. Запуск и контроль решений. Отображение результатов исследований			
7. Коррекция базы элементов Altium Designer. Разработка методики импорта входных данных. Связь САЕ и Altium Designer			
8. Проведение тепловых расчетов. Анализ результатов исследований. Заключение			
	Сумма 80	0 .05.20	Контроль
9. Чистовое оформление пояснительной записки, графических материалов, электронной презентации			
10. Нормоконтроль			
11. Утверждение ВКР заведующим кафедрой			
12. Защита ВКР в ГЭК			

Руководитель ВКР _____

Руководитель магистерской программы _____

Студент _____

Приложение 4

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой КиПР

_____ 20__ г.

Название работы: _____

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 11.04.03.2018.123.00.00 ПЗ

КОНСУЛЬТАНТ

_____ 20__ г.

Руководитель работы

_____ 20__ г.

Работу выполнил
студент гр. КЭ-2__

_____ 20__ г.

Нормоконтролер

_____ 20__ г.

Челябинск 20__

АННОТАЦИЯ

Александров А.А. Исследование процесса внедрения системы инженерных расчетов в производственный цикл предприятия.– Челябинск: ЮУрГУ, ВШЭКН; 2018, 139 с. 59 ил., библиогр. список – 33 наим., 8 прил., 3 листа чертежей ф.А1, 6 плакатов ф. А1.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) произведено исследование процесса внедрения системы автоматизации инженерных расчетов в цикл разработки изделий на АО «НПО «Электромашина».

В ходе работы над ВКР была обоснована необходимость применения анализа тепловых режимов работы печатных узлов. Приведен анализ рынка систем автоматизации инженерных расчетов (CAE – Computer-aided engineering). Сформулирован перечень основных требований к системе. Аргументирован выбор системы CAE. Разработана и предложена схема взаимодействия структурных подразделений предприятия при подготовке и проведении инженерного теплового анализа.

Предложена классификация тепловых моделей печатных плат. Произведен тепловой анализ конструкции информационного табло, содержащего в своем составе два печатных узла. Продемонстрирована пошаговая методика по подготовке и проведению анализа теплового режима устройства.

					ЮУрГУ11.04.03.2018.002.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Исследование процесса внедрения системы инженерных расчетов в производственный цикл предприятия	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Александров					5	139
Провер.		Бендер				ЮУрГУ Кафедра КиПР		
Реценз.		Паниковский						
Н.контр.		Балаганов						
Утверд.		Войтович						

Приложение 6
(печать с двух сторон листа)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Тема ВКР: _____ .

Работа выполнена студентом _____ .

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра Конструирование и производство радиоаппаратуры

Группа КЭ-2 _____

Направление подготовки 11.04.03. Конструирование и технология электронных средств

Руководитель: _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Оценка соответствия подготовленности автора ВКР требованиям Федерального государственного образовательного стандарта:

Требования стандарта к профессиональной подготовке (компетенции)	Соответствует	В основном соответствует	Не соответствует
Знать методические и нормативные материалы по проектированию электронных средств и технологии их производства			
Знать методы конструкторско-технологического проектирования электронных средств			
Знать применяемые в конструкциях материалы и их свойства			
Знать современные системы автоматизированного проектирования электронных средств			
Знать современные технологические процессы производства электронных средств			
Знать современные пакеты прикладных программ по различным аспектам проектной деятельности			

Знать конструктивное и функциональное исполнение современных и перспективных электронных средств			
Уметь применять методы проектирования электронных средств и технологических процессов их производства в соответствии с требованиями технического задания			
Уметь применять стандарты по проектированию и технологии электронных средств			
Уметь применять системы автоматизированного проектирования			
Уметь применять типовые технологические процессы для изготовления электронных средств			
Уметь применять специальную литературу и другие информационные издания (в том числе на иностранном языке) для решения профессиональных задач			

Отмеченные достоинства _____

Отмеченные недостатки _____

Заключение (с оценкой) _____

Руководитель: _____

(подпись, дата)

Приложение 7
(печать с двух сторон листа)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

РЕЦЕНЗИЯ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Работа выполнена студентом _____.

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра Конструирование и производство радиоаппаратуры

Группа КЭ-2 _____

Направление подготовки 11.04.03. Конструирование и технология электронных средств

Тема ВКР: _____

Рецензент: _____
(Ф.И.О. , ученая степень, ученое звание)

Оценка выпускной квалификационной работы:

Показатели	Оценки				
	5	4	3	2	*
1. Актуальность тематики работы					
2. Степень полноты обзора состояния вопроса и корректность постановки задачи					
3. Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования					
4. Степень комплексности ВКР, применение в ней знаний естественнонаучных, социально-экономических, общепрофессиональных и специальных дисциплин					
5. Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения					
6. Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий в работе					
7. Качество оформления пояснительной записки (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов)					
8. Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту записки и стандартам					
9. Оригинальность и новизна полученных результатов, научных, конструкторских и технологических решений					

* – не оценивать (трудно оценить)

Отмеченные достоинства _____

Отмеченные недостатки _____

Заключение (с оценкой) _____

Рецензент: _____
(подпись, дата)

Бланк предприятия
(организации)

УТВЕРЖДАЮ:

(руководитель, директор)

(наименование предприятия)

_____/_____/_____
(подпись) (Ф.И.О.)
«__» _____ 20__ г.

М. П.

**АКТ
о внедрении результатов выпускной квалификационной работы**

на тему _____
(наименование выполненной ВКР)

по направлению: «_____» «_____»
(шифр) (название направления)

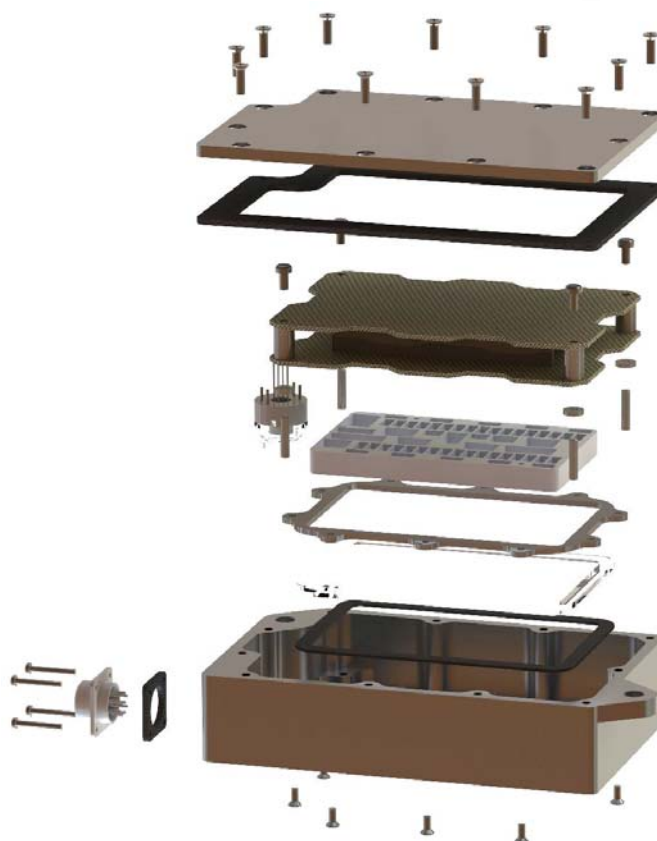
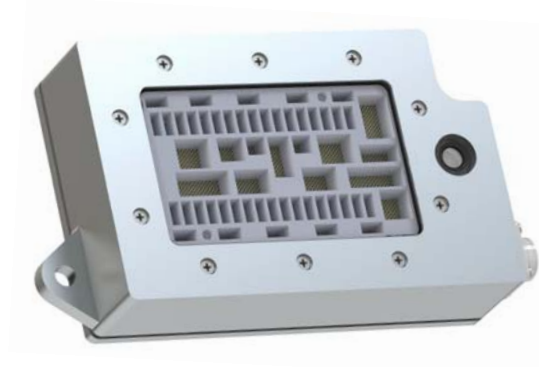
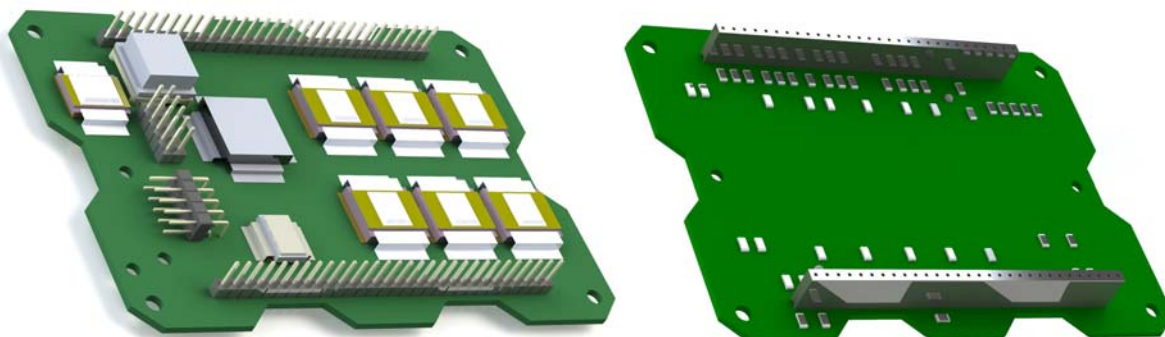
(Ф.И. О. студента)

Текст акта

Исполнитель: _____, Должность: _____, (Ф.И.О)
(подпись)

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ

ВНЕШНИЙ ВИД ИЗДЕЛИЯ



ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1.2 Выбор систем автоматизированного проектирования и формулировка требований к математическому моделированию

Большинство используемых в проектировании радиоэлектронных средств систем автоматизированного проектирования (САПР) способно выполнить необходимые для предприятия задачи. Для того чтобы сделать выбор в пользу конкретной системы, следует ввести ограничительные критерии [из прилагаемого библиографического списка].

В качестве требований, ограничивающих выбор САПР и систем математического моделирования, можно выделить следующие:

- система должна иметь возможность взаимодействия с системами автоматического проектирования, использующимися на предприятии в данное время;
- для проведения анализа система должна предъявлять минимальные требования ко входным данным;
- система должна иметь возможность полноценно функционировать на имеющихся персональных компьютерах;
- система должна иметь возможность внедрения в систему управления жизненным циклом изделия (PLM);
- по данной системе должно быть как можно больше литературы в открытом доступе, предпочтительно на русском языке;
- компания, представляющая продукт, должна иметь представительство в России.

Конкурентными преимуществами при выборе также являются дружелюбный интерфейс пользователя, наличие методической литературы, простота в освоении, а также наличие русскоязычного интерфейса.

Данным требованиям в наибольшей степени удовлетворяет два программных продукта – ANSYS Workbench от компании ANSYS и Creo Simulate от компании PTC.

Программный пакет ANSYS выбран в качестве потенциально возможного решения по многим причинам. Среди ключевых стоит выделить следующие:

- решения от компании ANSYS в области инженерного анализа являются наиболее передовыми во всем мире;

- предприятие АО «НПО Факел» ранее имело опыт применения некоторых программных продуктов данной компании;

- на предприятии уже имеются лицензии на программный продукт ANSYS Workbench;

- в программе подготовки специалистов кафедры КиПР присутствуют дисциплины, в которых проводится изучение различных программных комплексов ANSYS.

Компания PTC предлагает программный пакет структурного и теплового анализа Creo Simulate.

Главной причиной выбора данного продукта, как потенциально возможного решения, стало то, что на предприятии уже произведено частичное внедрение системы управления жизненным циклом изделия от компании PTC, а также закуплены лицензии и установлено соответствующее программное обеспечение для математического моделирования механических воздействий, температурных режимов и проведения других инженерных расчетов.

Пакет позволяет разработчику оценить эффективность конструкции с точки зрения ее реакции на тепловые нагрузки, не прибегая к изготовлению испытательных образцов. При этом можно легко исследовать варианты, к которым приводят те или иные возможные модификации конструкции. Наилучшая комбинация таких модификаций, улучшающая конструкцию, затем может быть определена автоматически посредством проведения оптимизационного анализа.

Creo Simulate строит сетки конечных элементов для твердотельных и тонкостенных твердотельных моделей автоматически, используя стандартные системные установки, или руководствуясь установками, определяемыми пользователем. Использование возможности интерактивно улучшать качество сетки конечных элементов позволяет инженерам быстро оценивать различные варианты модели с учетом разнообразных граничных и геометрических условий.

Применение пакета Simulate совместно с CAD-системой Creo Parametric, которая уже используется на предприятии, позволяет организовать сквозной цикл проектирования изделий между двумя системами.

Важным преимуществом продуктов компании PTC является то, что все предлагаемые ей продукты полностью локализованы, то есть имеют русскоязычный интерфейс.

Структура работы в системе Creo Simulate построена по классическим правилам для программ подобного рода, поэтому, освоив работу в данной программе, сотрудникам не составит труда, в случае необходимости, перейти к системам CAE других производителей.

В перспективе планируется в рамках использования системы управления жизненным циклом изделия создать базу данных электронных компонентов со встроенными атрибутами, необходимыми, например, для теплового расчета печатных узлов. Поэтому применение Creo Simulate может стать логичным дополнением к уже внедренным системам.

3.1.3 Механизм теплового анализа

В данном разделе проводится тепловой анализ изделия ТВ.000, содержащего в своем составе два печатных узла. Последующие подразделы будут ка-

саться работы именно с этим изделием, но могут быть использованы применительно к любым другим конструкциям.

Теплообмен между размещёнными в одной конструкции элементами может быть трех видов: кондуктивный, конвективный и радиационный [].

Кондуктивный теплообмен происходит между телами, находящимися в непосредственном контакте, за счет колебаний их молекулярных решеток. Этот вид теплообмена один из самых эффективных: в большинстве случаев таким образом передается больше всего тепловой энергии.

Конвективный теплообмен осуществляется между телами, не находящимися в непосредственном контакте; теплообмен осуществляется за счет движения газа (обычно воздуха, в особых случаях жидкости). При этом движение газа может быть или вызвано естественным перемещением нагретых масс газа, или принудительно создано за счет специальных вентиляторов обдува элементов РЭА. Конвективный теплообмен также играет большую роль в процессе рассеивания тепла, выделяемого в элементах РЭА.

Радиационный теплообмен осуществляется также между телами, не находящимися в непосредственном контакте, за счет энергии излучаемой с поверхности одного тела и поглощаемой поверхностью другого. В большинстве случаев данный вид теплообмена не вносит существенный вклад в общий теплообмен и им можно пренебречь, если излучающее тело не имеет большой площади поверхности близкой по своим свойствам к поверхности абсолютно чёрного тела. Если это условие не выполняется (например, для большинства радиаторов), то пренебречь этим видом теплообмена невозможно без внесения серьезной ошибки в результаты моделирования.

В зависимости от сложности моделируемых объектов и необходимой точности результата, моделирование происходит либо с учётом всех трёх вариантов теплообмена в одной системе, либо с учётом только кондуктивного теплообмена.

3.1.4 Оптимизация геометрии рабочей модели

В любой объемной модели изделия существуют такие элементы, влияние которых на распространение тепловой энергии внутри изделия можно принять бесконечно малым. К таким элементам могут относиться фаски отверстий, небольшие скругления поверхностей, элементы пайки (припойные галтели), фаски кромок, скругления кромок, отверстия малого диаметра и другие. Такие элементы можно охарактеризовать как незначимые, относительно мелкие элементы геометрии, располагающиеся в предполагаемых малонагруженных зонах. Выявление таких зон зависит от квалификации пользователя, поэтому рекомендуется проводить экспертную оценку значимости элементов геометрии [].

С целью упрощения геометрической модели и облегчения построения конечно-элементной сетки изделия рекомендуется исключать подобные элементы из расчета. Такой процесс носит название упрощение геометрии.

На рисунке 3.3 показана упрощенная геометрия моделируемого узла. Упрощение геометрии – процедура, направленная на уменьшение количества объемных элементов сетки без существенной потери адекватности модели. Сложность, продолжительность решения и возможное количество ошибок при построении сетки напрямую зависит от количества элементов сетки []. Количество элементов сетки еще называют мощностью или размерностью задачи. Размерность задачи не зависит от габаритов модели. Для её снижения необходимо провести экспертную оценку геометрии с целью выявления относительно малых несущественных её элементов.

Целью проведения математического моделирования поведения объекта при каких-либо внешних условиях является получение значений параметров, определяющих величину его реакции. Однако, чтобы определить реакцию на внешнее воздействие объекта, в ходе решения задачи вначале необходимо определить тип и величину самого воздействия.

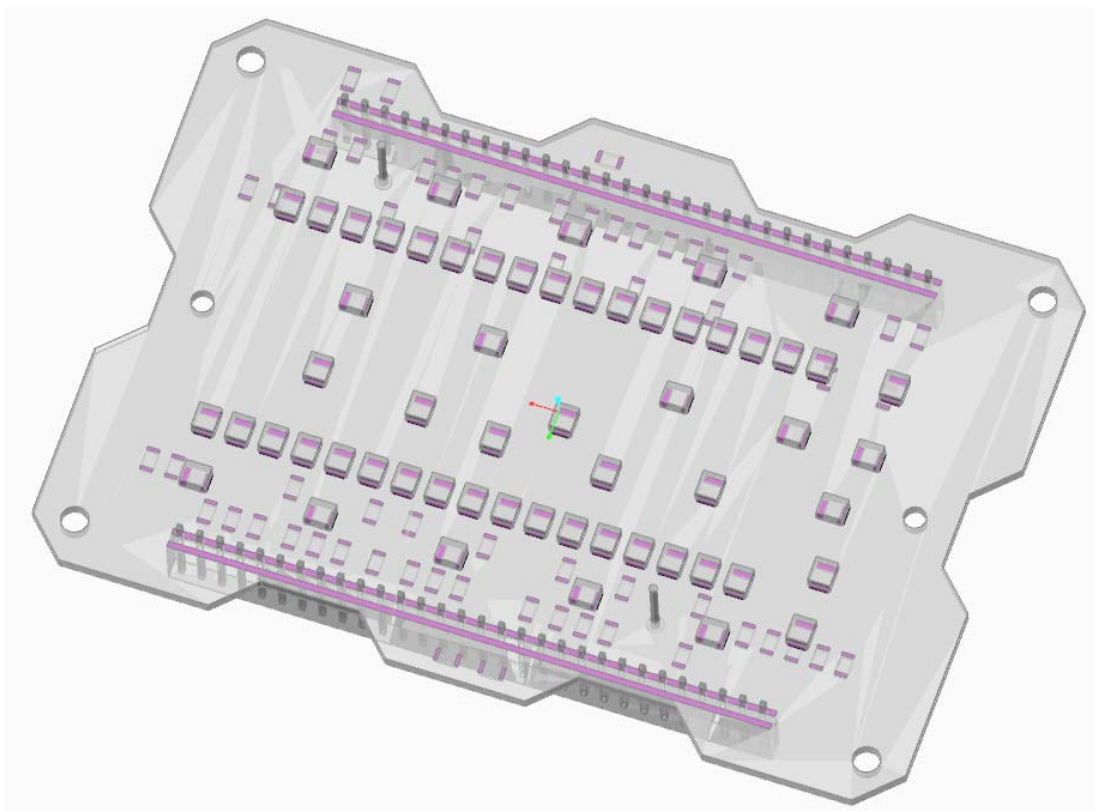


Рисунок 3.3 – Отображение модели после проверки геометрии

Таким образом, одним из важных этапов подготовки к проведению расчета и получения удовлетворительных результатов является определение внешних воздействий на твердотельный объект, заключенный в объеме, уже разбитом на конечные элементы.

Обычно внешнее воздействие определяется на границе созданной модели (от этого произошел термин «краевое условие»).

Нагрузки в Creo Simulate можно приложить двумя способами:

- к компонентам твердотельной модели (к ключевым точкам, линиям и поверхностям);
- к конечно-элементной модели (к узлам сетки и элементам).

При этом не имеет значения, каким образом была приложена нагрузка, Creo воспринимает любые нагрузки как часть конечно-элементной модели.

Основной способ приложения нагрузок – это приложение нагрузки к твердотельной модели. Приложение нагрузок к конечно-элементной сетке также применяется, однако в его использовании при решении поставленных задач нет необходимости. Необходимо отметить, что твердотельные нагрузки гораздо естественнее воспринимаются при обучении решению прикладных задач. Достоинства нагрузок, прилагаемых к твердотельным моделям – они не зависят от конечно-элементного разбиения, то есть возможно менять разбиение без изменения приложенных нагрузок.

После проведения проверки в модели появятся подсветки цветом, соответствующим каждому пункту проверки и любым нарушениям геометрии. Если они отсутствуют, то цветом будут отмечены заданные контактные пары элементов модели (не является ошибкой) – элементы, которым пользователем заранее были присвоены контактные свойства, такие как механический контакт или тепловое сопротивление. Это делается для того, чтобы пользователь мог проконтролировать и убедиться в том, что контактные взаимодействия деталей заданы верно [].

Перед запуском модуля «AutoGem» требуется провести настройку его параметров. В окне «Изоляция для оболочек и твердого тела» настроек модуля (рисунок 3.4) нужно отметить все доступные пункты.

Стандартные настройки, как правило, позволяют корректно строить сетку на изделиях малой сложности. В данном же случае некоторые из пунктов необходимо изменить.

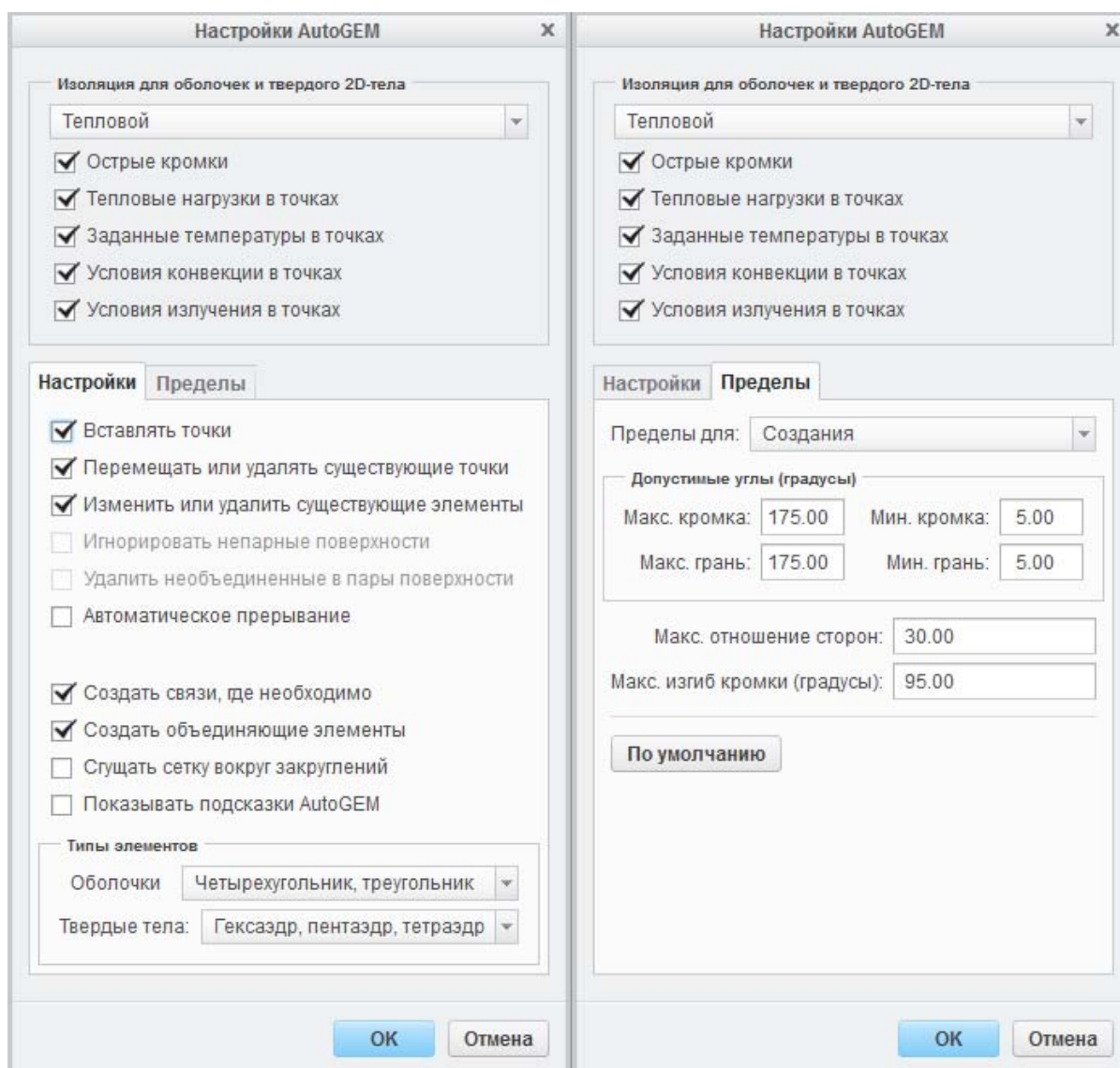


Рисунок 3.4 – Окно настроем модуля «AutoGem»

Во-первых, следует отметить пункт «Сгущать сетку вокруг закруглений». Эта настройка, как понятно из названия, увеличивает число элементов сетки вокруг любых закруглений геометрии малого радиуса, что в свою очередь, необходимо для более точного расчета. На рисунке 3.5 отчетливо видно, что вокруг крепежных отверстий печатного узла сетка заметно гуще, чем на остальном поле печатной платы.

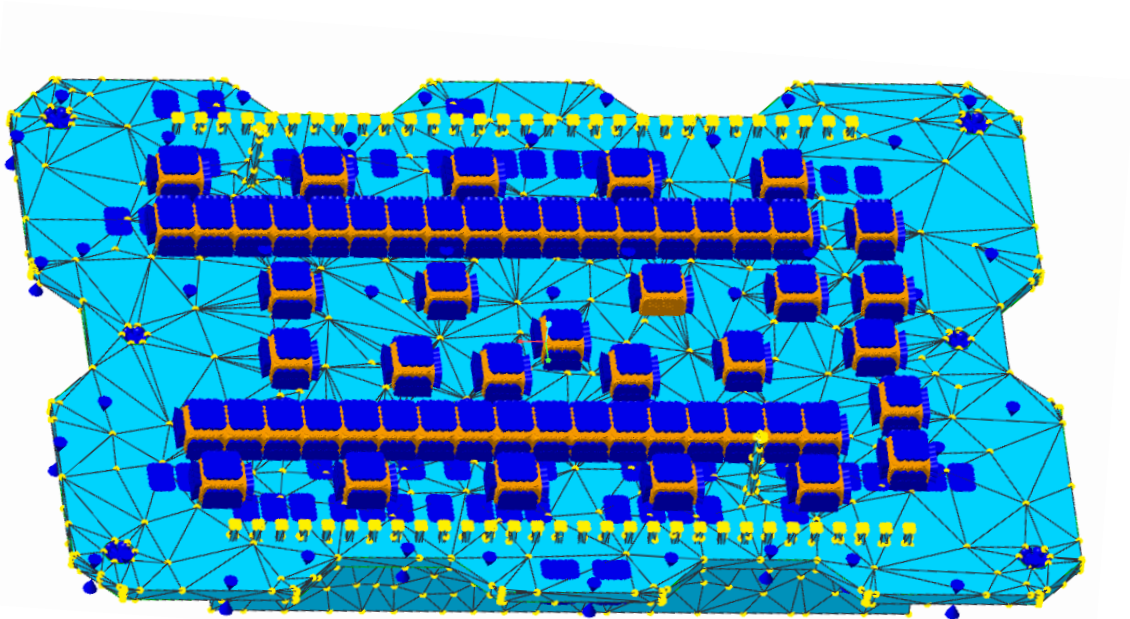


Рисунок 3.5 – Конечно-элементная сетка на печатном узле

Затем нужно указать типы элементов сетки в соответствующем меню. Предпочтительным вариантом является комбинация типов элементов «Четырехугольник, треугольник» для оболочек и «Гексаэдр, пентаэдр, тетраэдр» для твердых тел. В меню настроек модуля есть вкладка «Пределы». Переключившись на нее, нужно установить значения допустимых углов между кромками элементов сетки. Опытным путем было установлено, что оптимальными значениями являются:

- значение «Макс. кромка» - 175;
- значение «Макс. грань» - 175;
- значение «Мин. кромка» - 5;
- значение «Мин. грань» - 5;
- значение «Макс. соотношение сторон» - 30;
- значение «Макс. изгиб кромки» - 95;

По окончании настройки нужно нажать «Применить», чтобы сохранить настройки модуля, а затем на значок «AutoGem». При этом запустится процесс построения сетки. По окончании процесса появится окно результатов, в кото-

ром отображается информация о количестве и типах построенных элементов сетки. При этом сама модель изменит стиль отображения. Конечно-элементная сетка будет наложена на рабочую модель.

После этого необходимо внимательно осмотреть полученную сетку на предмет излишнего ее сгущения на малых элементах. Если сетка была построена корректно, то пользователь может перейти к дальнейшим пунктам.

Если модуль «AutoGem» не сможет сгенерировать конечно-элементную сетку, то появится сообщение об ошибке. Ошибки при создании сетки могут возникать по ряду причин []:

- для поверхностей определены несовместимые размерные параметры, что способно привести к генерации конечных элементов сетки некорректной формы;
- геометрия рабочей модели является слишком сложной для сеточного генератора (присутствуют очень мелкие элементы, резьбы, сложные фаски, проточки);
- параметры сеточного генератора имеют некорректные настройки (неверный размер элемента).

3.1.5 Импорт входных данных из компонента Altium Designer

Процесс импорта данных, необходимых для задания нагрузок в модели изделия, возможно осуществить с помощью инструментов Altium Designer двумя способами. Первый способ основан на использовании атрибутов компонента библиотеки Altium Designer. Второй – на использовании атрибутов элемента принципиальной электрической схемы.

Библиотечный компонент в Altium Designer состоит из двух частей – условного графического обозначения (УГО) и посадочного места (ПМ) []. Для

передачи данных будет использоваться компонент из библиотеки посадочных мест. Для этого в окне редактирования ПМ компонента в Altium Designer необходимо открыть окно свойств компонента. В появившемся окне в графе «Description» следует вписать значение максимальной выделяемой мощности для данного компонента.

Значение выделяемой мощности следует брать из технических условий на ЭРЭ. В качестве примера был взят непроволочный резистор P1-12, поставляемый в корпусе для поверхностного монтажа. Согласно техническим условиям ШКАБ.434110.002 ТУ мощность рассеивания резистора в корпусе 1206 составляет 0,125 Вт.

Аналогично указанию активной мощности элемента, поле «Description» может быть использовано для указания максимально допустимой температуры эксплуатации. Указания в обязательном порядке содержатся в технических условиях на элемент и находятся, как правило, в разделе «Требования по стойкости к внешним воздействующим факторам».

В данном случае конструктор, непосредственно проводящий тепловой анализ, должен задавать нагрузки, используя в качестве исходных данных информацию из поля «Description», которая отображается в свойствах любого компонента в рабочем поле программы Altium Designer.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

Описание книги одного автора

Мурзин, А.М. Оптимальное проектирование автоматических установок: учебное пособие / А.М. Мурзин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 103 с.

Описание книги двух авторов

Парубочая, Т.И. Русский язык: сб. тестов / Т.И. Парубочая, Р.П. Фунтова. – 2-е изд. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 268 с.

Описание книги трех авторов

Андронов, В.Н. Жидкие металлы и шлаки: справочник / В.Н. Андронов, Б.В. Чекин, С.В. Нестеренко. – М.: Metallurgia, 1977. – 128 с.

Kubaschewski, O. Metallurgical Thermochemistry / O. Kubaschewski, E.L. Evans, C.V. Alcock. – New-York: Pergamon Press, 1967. – 338 p.

Описание книги четырех авторов

Электробезопасность на открытых горных работах: справ. пособие / В.И. Щупкий, А.И. Сидоров, Ю.В. Ситчихин, Н.А. Бендяк. – М.: Недра, 1996. – 266 с.

Описание книги пяти и более авторов

Теоретические основы процессов производства углеродистого феррохрома из уральских руд: монография / В.П. Чернобровин, И.Ю. Пашкеев, Г.Г. Михайлов и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 346 с.

Описание книги под редакцией

Металлические конструкции: учебник: в 3 т. / под ред. В.В. Горева, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – Т. 1. – 551 с.

3D-технология построения чертежа. AutoCAD: учебное пособие / А.Л. Хейфец, А.Н. Логановский, И.В. Буторина, Е.П. Дубовикова; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 245 с.

Описание статьи из сборника, книги

Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. – С. 101–106.

Описание статьи из журнала, газеты

Боголюбов, А.Н. О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением / А.Н. Боголюбов, А.Л. Делицын, М.Д. Малых // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика, физика, химия». – 2001. – Вып. 2. – № 5 (14). – С. 23–25.

Резухина, Т.Н. Термодинамические свойства хромита железа из электрохимических измерений / Т.Н. Резухина, В.А. Левицкий, Б.А. Истомина // Электрохимия. – 1965. – Т. 1, № 4. – С. 467–469.

Petric, A. Thermodynamic properties of $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-FeCr}_2\text{O}_4$ spinel solid solution / A. Petric, K.T. Jacob // J. Am. Ceram. Soc. – 1982. – V. 65, №2. – P. 117–123.

Михайлов, С.А. Езда по-европейски: система платных дорог в России находится в начальной стадии развития / С.А. Михайлов // Независимая газета. – 2002. – 17 июня.

Описание методических указаний

Холодильная техника и технология: методические указания / сост. Б.И. Попов, А.Л. Мельников. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 57 с.

Описание диссертации и автореферата

Белозеров, И.В. Религиозная политика Золотой Орды на Руси в XIII–XIV вв.: дис. канд. ист. наук / И.В. Белозеров. – М., 2002. – 215 с.

Вишняков, И.В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности: автореферат дис. ... д-ра экон. наук / И.В. Вишняков. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 34 с.

Описание патентных документов

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 .У 13/00. Приемопередающее устройство / В.И. Чугаева. – № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Заявка 1095735 Российская Федерация, МПК⁷ В 64 О 1/00. Одноразовая ракета-носитель / Э.В. Тернер. – № 2000108705/28; заявл. 07.04.00; опубл. 10.03.01, Бюл. № 7 (I ч.); приоритет 09.04.99, № 09/289, 037. – 5 с.

А.с. 1381644 СССР, МКИ Н 02 Н 5/12. Способ защитного отключения электрической сети при прикосновении к ней человека / Ю.Г. Бацежев, А.Г. Машкин, И.Ф. Суворов.–№4125848/24-07; заявл. 29.09.86; опубл. 15.03.88, Бюл. № 10.

Описание стандартов

ГОСТ 7.53–2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 3 с.

Описание переизданной книги

Карева, Н.Т. Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие / Н.Т. Карева, И.В. Лапина, С.И. Ильин. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 98с.

Описание многотомного издания

Казьмин, В.Д. Справочник домашнего врача. В 3 ч. Ч. 2: Детские болезни / В.Д. Казьмин. – М.: АСТ : Астрель, 2002. – 503 с.

Металлические конструкции: учебник: в 3 т. / под ред. В.В. Горева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – Т. 1. – 551 с.

Пенежина, Е.В. Английский язык: учебное пособие по практике перевода / Е.В. Пенежина; под ред. Е.Н. Ярославовой. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – Ч. 1. – 60 с.

Гиппиус, З.Н. Сочинения: в 2 т. / З.Н. Гиппиус. – М.: Лаком-книга: Габестро, 2001. – Т. 1.-367 с.; Т. 2. – 415 с.

Описание переизданной книги

Карева, Н.Т. Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие / Н.Т. Карева, И.В. Лапина, С.И. Ильин. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 98с.

Описание переводного издания

Мюссе, Л. Варварские нашествия на Западную Европу: вторая волна / Люсьен Мюссе; пер. с фр. А. Тополева. – СПб.: Евразия, 2001. – 344 с.

Разумовский, В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В.А. Разумовский, Д.А. Андреев. – М., 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, №139876.

Описание электронного источника

Мирощенко, А.И. Анализ деформаций станины токарного станка с компьютерным управлением / А.И. Мирощенко, П.Г. Мазеин // Известия ЧНЦ УрО РАН. – http://www/sci.urc.ac.ru/news/2003_2/. – С. 67–71.

Международные профессиональные стандарты внутреннего аудита. – <http://www/ia-ru.ru/goods/index.html#top>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ 21–2008 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, А.Е. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 55 с.

2. Стандарт организации. Выпускная квалификационная научно-исследовательская работа студента. Структура и правила оформления : СТО ЮУрГУ 19-2008 : введ. в действие 01.09.08 : взамен СТП ЮУрГУ 19-2003 Текст сост.: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, С. Д. Ваулин, В. Р. Гофман. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 67 с.

3. ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». –М.: Изд-во стандартов, 2003. – 8 с.

4. Выпускная квалификационная работа магистра по направлению подготовки «Приборостроение»: методические указания /сост. А.П. Лапин, Е.В. Юрасова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2016. – 26 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие требования к государственной итоговой аттестации выпускника магистратуры.....	3
2. Общие требования к выпускной квалификационной работе магистра.....	4
3. Тематика выпускной квалификационной работы.....	5
4. Организация выполнения выпускной квалификационной работы.....	7
5. Порядок проведения государственной итоговой аттестации.....	8
6. Порядок проведения процедуры апелляции.....	12
7. Требования к оформлению пояснительной записки выпускной квалификационной работы.....	13
Приложения.....	20
Библиографический список.....	47

Учебное издание

А.Б. Хашимов, М.Г. Вахитов, Д.С. Клыгач,
Ю.В. Лысенко, И.А. Думчев

ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 11.04.03
«КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
СРЕДСТВ»

Учебное пособие

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 21.12.2018. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 30 экз. Заказ 581/235.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76.