

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение термического анализа для контроля термической стойкости полимеров

УДК 678.86-1:536.495:620.181.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Сюй Сунцзю		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Фадеева В.Н.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Панин В.Ф.	Д.Т.Н, профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
P1	Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
P2	Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования профессиональных стандартов 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
P3	Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критерии АИОР
	результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	№1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		№864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества и диагностики	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» №1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Мойзес Б.Б.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Сюй Сунцзю

Тема работы:

Применение термического анализа для контроля термической стойкости полимеров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования в работе являлся эпоксидный полимер. К объекту исследования предъявлялись требования исследования термической стабильности образцов эпоксидного полимера
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по</i>	- Возможности метода термогравиметрического анализа для исследования свойств полимеров, - исследование термической стабильности эпоксидного полимера, - анализ полученных результатов, - разработка разделов «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность», - выводы по работе

<i>работе).</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		Результаты термического анализа эпоксидных полимеров
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаевна	
Социальная ответственность	Панин Владимир Филиппович	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		
-		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Сюй Сунцзю		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕССУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту

Группа	ФИО
151Б51	Сюй Сунцзю

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технические, информационные, энергетические, финансовые	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах, наблюдение.
2. Нормативы и нормы расходования ресурсов	
3. Исползованная система налогообложения, ставки налогов, дисконтирования, отчислений	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, альтернатив проведения научного исследования и перспективности, с позиции ресурсосбережения и ресурсоэффективности.	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований.	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости выполнения работ, расчет бюджета научно-технического исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценочная карта конкурентных технических решений
3. Матрицы SWOT-анализа
4. Инициация проекта
5. Календарный план-график проведения научных исследований
6. Расчет бюджета научных исследований
7. Организационная структура проекта

Дата выдачи задания по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	Кандидат философских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Сюй Сунцзю		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Суй Сунцзю

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Объектом исследования в работе являлась эпоксидная смола марки ЭД-20. Среди полимеров эпоксидные смолы находят широкое применение в промышленности в качестве клеев в автомобилестроении, слоистых пластиков при изготовлении корпусов самолетов, заливочных и герметизирующих составов в электротехнической промышленности.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

- 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.
- 1.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Исследовать возможные вредные и опасные факторы в лаборатории, такие как: уровень освещенности, производственный шум, электрический ток, температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, выделяемые вредные вещества при изготовлении образцов эпоксидных полимеров.

Описать и обосновать мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

2. Экологическая безопасность 2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду. 2.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	<i>Анализ воздействия отходов на литосферу и анализ воздействия летучих компонентов на атмосферу. Обосновать и перечислить мероприятия по защите окружающей среды.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 3.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований. 3.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	<i>Выявить возможные ЧС и разработать методы по их предотвращению и ликвидации последствий.</i> <i>Возможная чрезвычайная ситуация в лаборатории – пожар. Обосновать мероприятия по предотвращению пожара, разработать порядок действия в случае возникновения данной ЧС и обозначить меры по ликвидации ее последствий.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства. 4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.	<i>Рассмотреть правовые нормы трудового законодательства и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ШБИП	Панин Владимир Филиппович	д.т.н профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Сюй Сунцзю		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
 Отделение контроля и диагностики

Форма представления работы:

Бакалавриат

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной
 работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2017	Обзор литературы по теме исследования	10
02.04.2017	Экспериментальная часть	50
4.05.2017	Анализ результатов исследования	30
	Оформление результатов исследования	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко Ольга Брониславовна	Доктор технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 12.03.01 Приборостроение	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мойзес Борис Борисович	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра на тему «Применение термического анализа для контроля термической стойкости полимеров» состоит из 101 страниц, 11 рисунков, 26 таблиц. Список использованных источников составляет 41 наименований.

Ключевые слова: эпоксидная смола, термостабильность.

Объектом исследования являются эпоксидные полимер.

Целью работы являлось исследование термоаналитических характеристик эпоксидного полимера методом термического анализа.

В процессе исследования проводилось изучение термоаналитических характеристик эпоксидного полимера при нагревании и деструкции – значений температуры при фиксированных потерях массы.

По результатам термического анализа эпоксидных образцов при нагревании и деструкции были определены значимые идентификационные термоаналитические характеристики – значения температуры при фиксированных потерях массы: $T_{5\%}$, $T_{50\%}$, $T_{90\%}$.

Определения, обозначения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.1.003 – 80. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

2. ГОСТ 12.1.004 – 91. ССБТ. Пожарная опасность. Общие требования

3. ГОСТ 12.1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГОСТ 12.1.019 – 2009 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

5. ГОСТ 12.1.044 – 89. Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

6. ГОСТ 12.2.033 – 78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

7. ГОСТ 12.2.049 – 80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

8. ГОСТ 12.4.011 – 89. ССБТ. Средства защиты работающих.

9. ГОСТ 4648 – 2014 (ISO 178:2010) Метод испытания на статический изгиб.

– М.: Стандартиформ. – 20 с.

10. ГОСТ Р 50923 – 96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.

11. ГОСТ 10587 – 84 Смолыэпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.

Обозначения и сокращения

МУНТ – многослойные углеродные анотрубки;

КИ – кислородный индекс;

ПЭПА – полиэтиленполиамин;

ДТА – дифференциально-термический анализ;

ТГА – термогравиметрический анализ;

ДСК – дифференциально-сканирующая калориметрия;

ПК – персональный компьютер;

НИП – научно-исследовательский проект.

Содержание

Определения, обозначения, нормативные ссылки	13
Обозначения и сокращения.....	14
Введение.....	17
1. Литературный обзор	19
1.1 Виды термического анализа.....	19
1.2 Термогравиметрический анализ полимеров	19
1.3 Оценка пожарной опасности полимеров с помощью метода термического анализа	20
1.4 Приборы для термического анализа	21
2. Экспериментальная часть.....	23
2.1. Характеристика материалов и методов исследований.....	23
2.1.1. Характеристика исходных материалов.....	23
2.1.2. Методика приготовления образцов для исследований	26
2.1.3. Термический анализ	27
2.1.4. Обработка результатов испытаний	28
2.2. Результаты и их обсуждение.....	28
2.2.1. Результаты термического анализа.....	28
2.2.2. Оценка погрешности измерения.....	32
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
3.1 Предпроектный анализ	40
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	40
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	44
3.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	48
3.2 Инициация проекта	49
3.2.1 Цели и результат проекта	50
3.2.2 Организационная структура проекта	51
3.3 Планирование управления научно-техническим проектом	52
3.3.2 План проекта.....	53

3.3.4	Бюджет научного исследования	59
3.3.5	Организационная структура проекта	65
3.4	Оценка сравнительной эффективности исследования.....	66
4.	Социальная ответственность.....	70
4.1.	Профессиональная социальная безопасность	70
4.1.1	Анализ вредных и опасных производственных факторов	70
4.1.2	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	75
4.2	Экологическая безопасность.....	79
4.2.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	79
4.2.2	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	80
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
4.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	84
4.3.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	87
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
4.4.1	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	88
4.4.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	91
	Заключение	96
	Список литературы	97

Введение

На протяжении всей истории люди использовали простые термические опыты, чтобы определить, является ли материал настоящим или нет. Рассветом современного термического анализа считается 1887 год. Именно тогда знаменитый французский ученый Анри ле Шателье провел первое термометрическое исследование. Всего через несколько лет, в 1899 году, британский ученый Уильям Робертс-Остен выполнил первые дифференциальные температурные измерения, положив начало ДТА. Однако приборы для коммерческого использования появились только в начале 60-х годов двадцатого века. С тех пор термический анализ интенсивно развивается уже почти пятьдесят лет. Движущей силой развития приборов стали огромные успехи науки в области материаловедения и, в частности, создания новых материалов. Сегодня полимеры различных типов используются в самой разнообразной продукции благодаря их малому весу, экономичности производства и превосходным физическим и химическим свойствам. Термический анализ идеальный метод определения свойств полимерных материалов, их переходов и характеристик. В данной работе рассматриваются примеры применения методов термического анализа в области полимеров и проведена оценка погрешности измерения термоаналитических характеристик.

Целью работы являлось исследование термоаналитических характеристик эпоксидного полимера методом термического анализа.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение методов термического анализа веществ и оборудования для проведения термического анализа.
2. Определение термоаналитических характеристик эпоксидного полимера при нагревании и деструкции – значений температуры при фиксированных потерях массы.

3. Оценка погрешности измерения температуры при нагревании и деструкции эпоксидного полимера.

1. Литературный обзор

1.1 Виды термического анализа

Дифференциальный термический анализ (DTA)

Дифференциальный термический анализ — метод исследования, заключающийся в нагревании или охлаждении образца с определённой скоростью и записи временной зависимости разницы температур между исследуемым образцом и образцом сравнения (эталон), не претерпевающим никаких изменений в рассматриваемом температурном интервале[1].

Дифференциальная сканирующая калориметрия (DSC)

Дифференциальная сканирующая калориметрия относится к методике управления изменением температуры образца и эталона в соответствии с определенной программой и измерением разности входного теплового потока для двух веществ в виде температуры[2].

Термогравиметрия (TG)

Термогравиметрия или термогравиметрический анализ — метод термического анализа, при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры[3].

Термомеханический анализ (ТМА)

Термомеханический анализ относится к технике контроля изменения температуры образца в соответствии с определенной процедурой, приложения нагрузки невибрационного типа к образцу и измерения деформации вещества как зависимости температуры[4].

1.2 Термогравиметрический анализ полимеров

В последние полвека развитие высокомолекулярных полимеров продвигалось как на дрожжах, и многие металлические продукты и компоненты были заменены высокомолекулярными полимерами. В дополнение к промышленному применению, полимеры также используются в биомедицинской инженерии для производства различных биологических функциональных органов[5]. С развитием индустрии

синтеза полимерных материалов и расширением областей применения полимерных полимеров предъявляются новые, повышенные и повышенные требования к типам и свойствам полимерных материалов, особенно к автомобильным, информационным, бытовым приборам, строительству и обороне. Спрос на инженерные пластики и пластические сплавы растет в различных сферах высоких технологий. Для разработки новых типов высокомолекулярных полимеров и контроля качества и рабочих характеристик высокомолекулярных материалов необходимо определить температуру плавления, температуру стеклования, состав смеси и сополимера, термическую историю и кристалличность полимера. Среди определения этих параметров термический анализ является основным аналитическим инструментом[6].

Метод термического анализа позволяет решать следующие практические задачи:

- идентификация полимерных материалов;
- оценка термической стойкости полимеров и полимерных композитов;
- оценка влияния добавок для регулирования свойств полимерных материалов по их поведению при нагревании.

1.3 Оценка пожарной опасности полимеров с помощью метода термического анализа

С быстрым развитием полимерных материалов и их широкого применения в различных областях, огнестойкость полимерных материалов особенно важна.

Технология термического анализа является полезным инструментом для изучения огнестойкости полимеров, поскольку из-за быстрых, воспроизводимых и чувствительных методов термического анализа она предоставляет основную информацию о воспламеняемости полимерных материалов, поэтому она не распространяет горение в полимерах[7]. Скрининг агентов, предварительная оценка свойств антипиренов и исследование механизма антипиренов играют важную роль.

Для оценки характеристик воспламеняемости полимерных материалов наиболее широко используемым методом термического анализа является термогравиметрический анализ (TG). Через отображение профиля разложения материала можно получить основной процесс системы сгорания полимера, информацию о термическом разложении. Дифференциальный термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) в основном используются для наблюдения изменения теплового эффекта перед разложением полимера до разложения, и его также используют чаще[8].

1.4 Приборы для термического анализа

SDT Q600

SDT Q600 - это аналитический прибор, который может одновременно выполнять дифференциальную сканирующую калориметрию и термогравиметрический анализ.

Дифференциальный сканирующий калориметр. DSC контролирует образцы и процесс, в котором эталонная разность температур (тепловой поток) изменяется со временем или температурой[9].

Образец и эталон находятся в одном температурном диапазоне, когда образец не имеет тепловых изменений, конец образца и температура на эталонном конце изменяется в соответствии с заданной температурой, а разность температур $\Delta T = 0$.

Когда образец изменяется, например, при плавлении, тепло, подаваемое на образец, используется для поддержания плавления образца, ссылка температура конца все еще повышается в соответствии с температурой печи, и температура на контрольном конце выше, чем температура на конце образца, чтобы сформировать разницу температур. Записывая изменение разности температур в виде кривой, формируются исходные данные ДСК.

Термогравиметрический анализатор. Изучите процесс изменения массы образца в зависимости от температуры или времени. Используется для

изучения термостойкости и состава материалов. Можно понять, что TGA - полноценный баланс с контролем температуры

STA 449CJupiter

STA 449 C Jupiter - это самый современный в мире синхронный аналитический прибор TG-DSC с TG / DSC с самым высоким разрешением и непревзойденной долговременной стабильностью, обеспечивающий датчики с высоким DSC даже при температуре выше 1400 ° C. Чувствительность и точность измерения удельной теплоемкости.

Для нанесения полимерных материалов STA 449 C оснащена печью с температурой от -120 до 650 ° C. STA449 C оснащен ультра-микро-системой взвешивания с электромагнитной компенсацией для высокой точности, разрешения мкг и отличной стабильности, и может тестировать образцы весом до 5 г.

STA 449 C имеет конструкцию с верхней загрузкой. По сравнению с другими конструкциями структура с верхней загрузкой отличается простотой эксплуатации. Корпус печи имеет вакуумную герметизирующую конструкцию. Когда корпус печи открыт, держатель образца отделяется от системы взвешивания, что выгодно для защиты симметричной тяжелой системы. Так как атмосфера находится снизу в направлении естественного потока, его можно удалить небольшим потоком. Продукты разложения, высокая концентрация газообразных продуктов в газе-носителе, особенно выгодны для использования с FTIR / MS. Стандартный массовый расходомер с трехходовым газом

2. Экспериментальная часть

2.1. Характеристика материалов и методов исследований

2.1.1. Характеристика исходных материалов

Эпоксидные смолы широко используются в промышленном производстве и в быту. Расширение использования эпоксидных смол помогло разработать новые композиции с улучшенными свойствами.

Эпоксидная смола представляет собой синтетическое олигомерное соединение по химической структуре. Свободная эпоксидная смола не используется. Он проявляет свои уникальные свойства только в сочетании с отвердителем после полимеризации. Эпоксидная смола устойчива к кислотам, основаниям, галогенам и растворима в ацетоне и эфире без образования пленки. Отвержденное эпоксидное соединение не выделяет летучих веществ и характеризуется небольшой усадкой.

Композиция эпоксидной смолы содержит два компонента: эпоксидную смолу и отвердитель. При смешивании они вступают в реакцию полимеризации. Различные эпоксидные композиции получают с помощью различных комбинаций смол и отвердителей.

Фенолы, третичные амины и тому подобное используются в качестве отвердителей. Соотношение эпоксидной смолы и отвердителя очень широкое, в зависимости от ее состава. Эпоксидная смола представляет собой реактор, и реакция взаимодействия эпоксидной смолы с отвердителем является необратимой, что означает, что замороженная смола не растворяется и не плавится в виде термопласта.

В ходе работы использовалась эпоксидная смола ЭД-20 (рис. 1), по химическому составу она представляла собой олигомер на основе диглицидилового эфира дифенилпропана.

Эпоксидные смолы являются термопластичными, но они превращаются в неплавящиеся полимеры под воздействием различных отвердителей. Отверждение этих смол можно проводить при нормальной комнатной температуре + 20 ° С.

Существует два способа временного снижения вязкости смолы: один для нагревания смеси, а другой для добавления к ней растворителя.

Смолы с низкой вязкостью легче наносить кистью или валиком, который быстро пропитывает стеклянные волокна и проникает в пористую поверхность, так как разрушается при разрушении древесины.

Отвердитель добавляли в массовом соотношении 10% смолы.

Неотвержденная диалкилэпоксидная смола ED-20 может быть превращена в неплавящуюся под действием различных типов отвердителей - алифатических и ароматических диаминов и полиаминов, низкомолекулярных полиамидов, бинарных и поликарбоновых кислот. Нерастворимое состояние, ангидрид кислоты, соединение, такое как фенольная смола.

Свойства отвержденной эпоксидной смолы ED-20 могут варьироваться в самых широких пределах в зависимости от используемого отвердителя. Наиболее часто используемым отвердителем является PERA (полиэтиленполиамин).



Рисунок 1 – Используемые вещества

Для отверждения диеновых эпоксидных смол ED-20 используются различные материалы - алифатические и ароматические амины, полиамиды, поликарбоновые кислоты и их ангидриды, фенольные смолы и другие соединения. Свойства смолы ЭД-20 сильно различаются в зависимости от типа отвердителя.

ЭД-20 используется в промышленном производстве и в чистом виде, а также в составе композиционных материалов: компоненты пропитанных составов, компоненты связующего, компоненты герметика, состав лакокрасочных материалов, компоненты в производстве стекловолокна, литые пластиковые компоненты Электроизоляционный составной компонент, используемый для производства компонентов из полимербетона.

Эпоксидная смола ЭД-20 должна быть укомплектована спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. Все операции с эпоксидной смолой следует выполнять в помещении с приточной и вытяжной вентиляцией.

Эпоксидная смола ED-20 взрывобезопасна, но горит при нанесении на источник огня. Это относится к степени, в которой вторичные опасные вещества влияют на организм человека.

Качественные показатели эпоксидной смолы ЭД-20 высшего сорта по ГОСТ 10587-84 [9] включают:

Внешний вид – высоковязкая прозрачная без механических включений и следов воды.

Цвет по железокобальтовой шкале – не более 3.

Динамическая вязкость, при 20 °С – 13...20 Па·с.

Время желатинизации с отвердителем – не менее 8,0 ч.

Кроме того предусмотрены нормы содержания различных химических соединений: массовая доля эпоксидных групп – 20,0...22,5%, хлора – не более 0,001 %, омыляемого хлора – не более 0,3 %, гидроксильных групп – не более 1,7 %, летучих веществ – не более 0,2 %.

В настоящей работе в качестве отвердителя использовали полиэтиленполиамин (ПЭПА), который представляет собой состав, включающий определенное количество этиленовых полиаминов, от диэтилентриамин до гексаэтиленгептамина и их пиперазинсодержащих аналогов.

ПЭПА представляет собой маслянистую жидкость светло-желтого или бурого цвета. Его легко отличить по специфическому запаху. ПЭПА полностью растворяется в воде и в спирте, не оставляя никакого осадка. Отвердитель активно поглощает влагу из воздуха, поэтому хранить полиэтиленаполиамин следует в герметичной таре. В процессе применения эпоксидная смола смешивается с отвердителем в пропорциях, оговоренных в сопроводительной инструкции.

Отвердитель ПЭПА – это вещество, относящееся к 3 классу опасности, поэтому очень важно соблюсти требования транспортировки и применять штатную транспортировочную тару.

2.1.2. Методика приготовления образцов для исследований

Образцы для исследований приготавливали следующим образом (наполненный эпоксидный полимер):

1. Подготовили навеску порошка борной кислоты;
2. В навеску эпоксидной смолы (1 г) добавляли необходимое количество отвердителя (0,1 г).
4. Тщательно перемешали и поместили в силиконовую форму.

Отверждение образцов проводили при комнатной температуре. На рисунке 2 представлена фотография изготовленного образца.

Для оценки погрешности измерения температур при фиксированных потерях массы было изготовлено 7 образцов.



Рисунок 2 – Образец эпоксидного полимера

2.1.3. Термический анализ

Термический анализ является важной отраслью инструментального анализа, который играет незаменимую роль в характеристике вещества. После столетней истории распределение тепла стало возможным благодаря термическому анализу минералов и металлов, а в последние десятилетия - в науке о полимерах и анализе лекарств. Термический анализ основан на изучении тепловых эффектов физического и химического превращения веществ, температура которых изменяется с выделением или поглощением тепла [10,11]. Основной основой термического анализа является изучение природы вещества и процесса, который происходит, когда вещество нагревается (или охлаждается) в соответствии с определенной процедурой. Существует несколько вариантов этого анализа в зависимости от природы вещества или процессов, которые здесь изучаются.

В этом исследовании был проведен термогравиметрический анализ образцов эпоксидных полимеров.

Термогравиметрический анализ широко используется в исследованиях и разработках, оптимизации процессов и контроле качества в различных областях, таких как пластмассы, резина, покрытия, фармацевтика, катализаторы, неорганические материалы, металлические материалы и композитные материалы. Термическая стабильность и устойчивость к окислению материала в различных атмосферах могут быть определены, и физические и химические процессы, такие как разложение, адсорбция, десорбция, окисление и восстановление, могут быть проанализированы, включая результаты теста термодинамического анализа для дальнейшего изучения кажущейся кинетики реакции. Материал может быть количественно рассчитан для определения влажности, летучих компонентов и различных добавок и наполнителей.

Термогравиметрический анализ включает в себя непосредственное определение потери массы в процентах путем постоянного нагрева испытуемого вещества с постоянной скоростью. Данные термического

анализа позволяют определить термостабильность и состав образца, особенно содержание воды на разных этапах процесса нагрева. Данные о потере веса при различных температурах представлены в декартовых координатах: температура (ось абсцисс) - потеря массы (ось ординат).

Термический анализ проводили на анализаторе TGA / DSC / DTA ODR Q600 Научно-аналитического центра НИ ТПУ при скорости нагрева воздуха до 1000 ° С, приблизительно 10 ° С / мин (рис. 3).



Рисунок – 3 ТГА/ДСК/ДТА анализатор SDT Q600

2.1.4. Обработка результатов испытаний

Обработка результатов термоаналитических испытаний проводилась в соответствии с нормативными документами ГОСТ Р 53293–2009 «Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа» и ГОСТ Р 8.736–2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»

2.2. Результаты и их обсуждение

2.2.1. Результаты термического анализа

Для исследования термической стабильности образцов эпоксидного полимера применяли метод термического анализа. На рисунке 4

представлена типичная термограмма эпоксидного полимера, полученная при нагревании образца в атмосфере воздуха.

Согласно результатам термического анализа термоокислительная деструкция исходного эпоксидного полимера протекает в три стадии в температурных интервалах 240–315, 315–450 и 450–560 °С. Процесс деструкции оканчивается для образцов эпоксидного полимера при 600 °С.

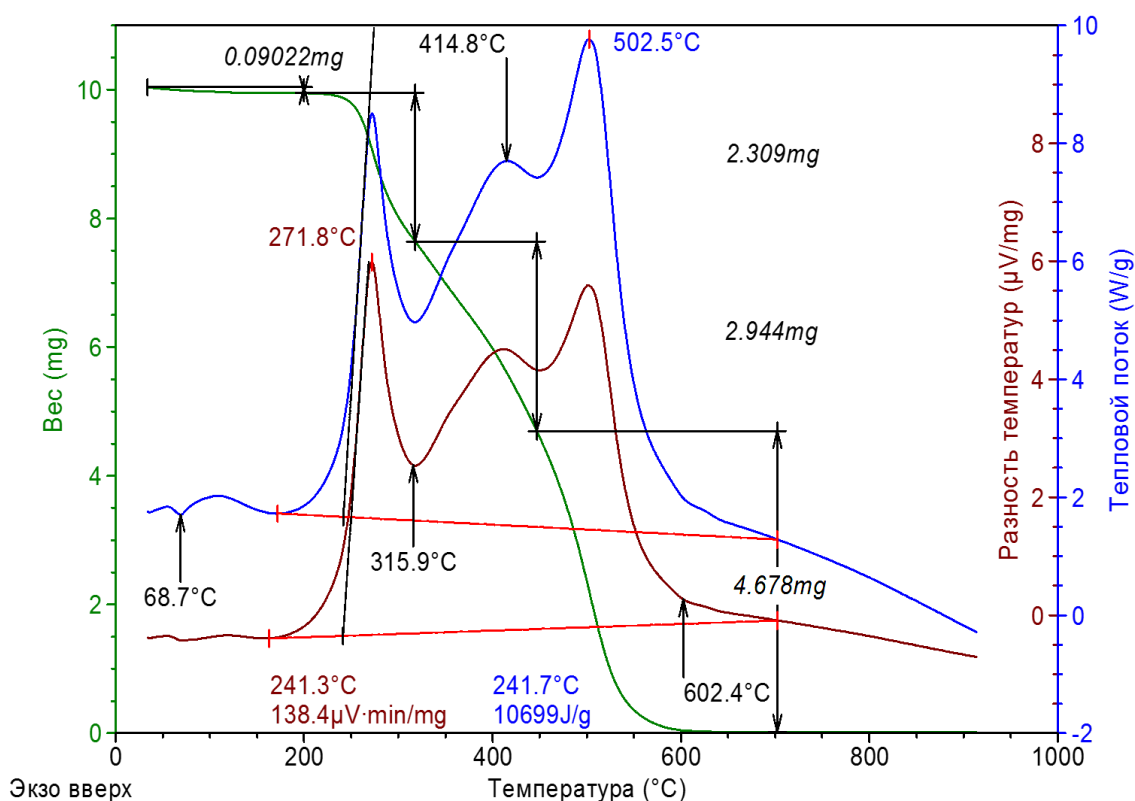


Рисунок 4 – Термограмма образца эпоксидного полимера

По результатам термического анализа эпоксидных образцов (по термогравиметрическим кривым) были определены значимые идентификационные характеристики — значения температуры при фиксированных потерях массы: $T_{5\%}$, $T_{50\%}$, $T_{90\%}$.

$T_{5\%}$ — температура, при которой произошла потеря массы 5 % (температура начала деструкции).

$T_{50\%}$ - температура, при которой произошла потеря массы 50 %.

$T_{90\%}$ - температура, при которой произошла потеря массы 90 % (температура окончания деструкции).

На рисунках 5, 6, 7 представлены зависимости изменения массы образца эпоксидного полимера от температуры при нагревании, построенные по результатам термического анализа. На рисунках показано, как графически определяются характерные значения температур.

Результаты обработки данных термического анализа представлены в таблице 1.

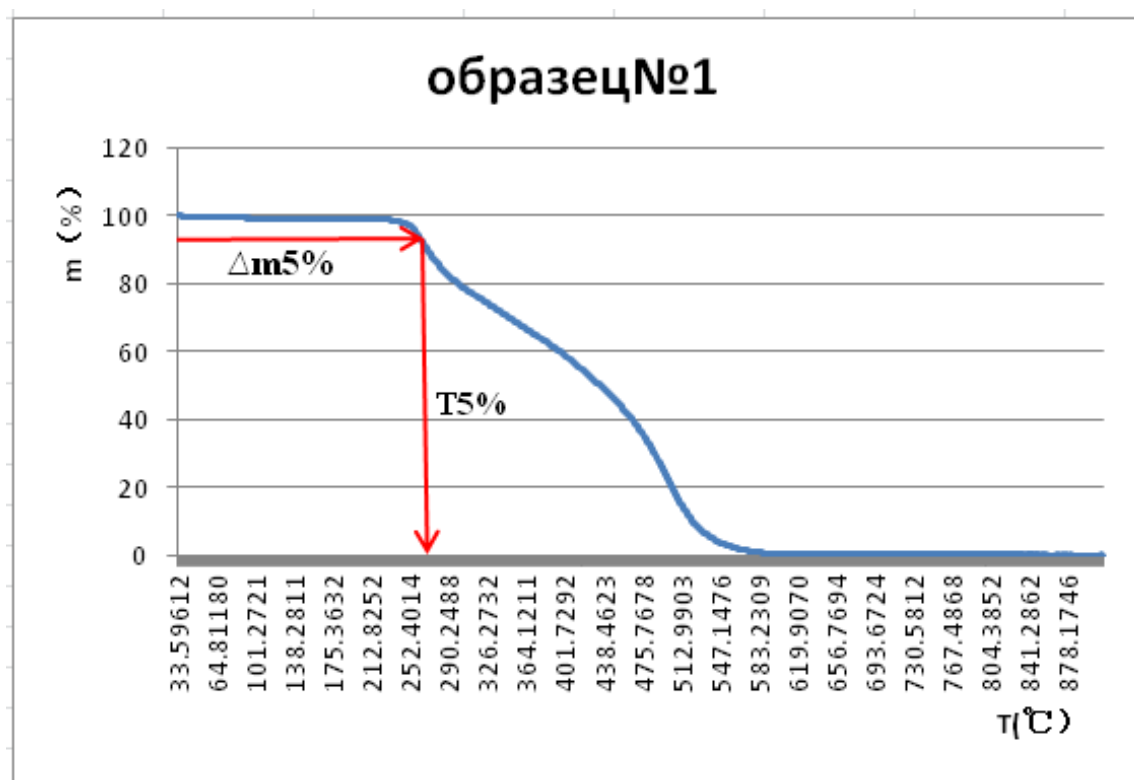


Рисунок 5 – Схема определения характерного значения температуры $T_{5\%}$ при фиксированном значении потери массы

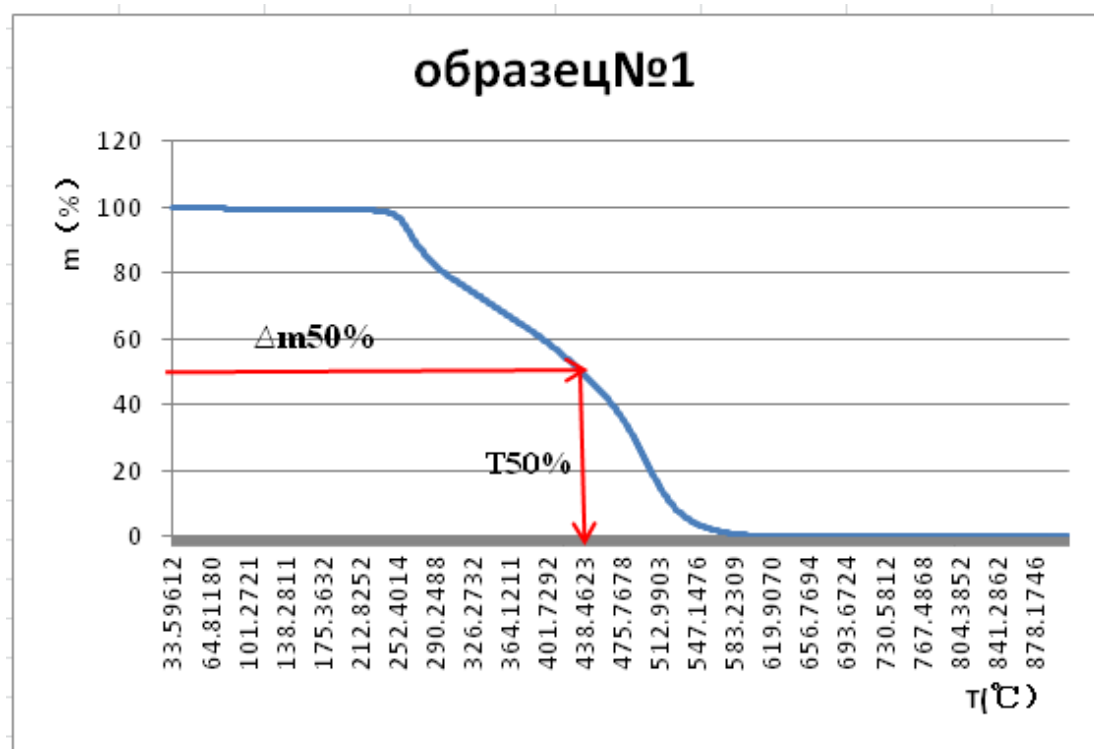


Рисунок 6 – Схема определения характерного значения температуры $T_{50\%}$ при фиксированном значении потери массы

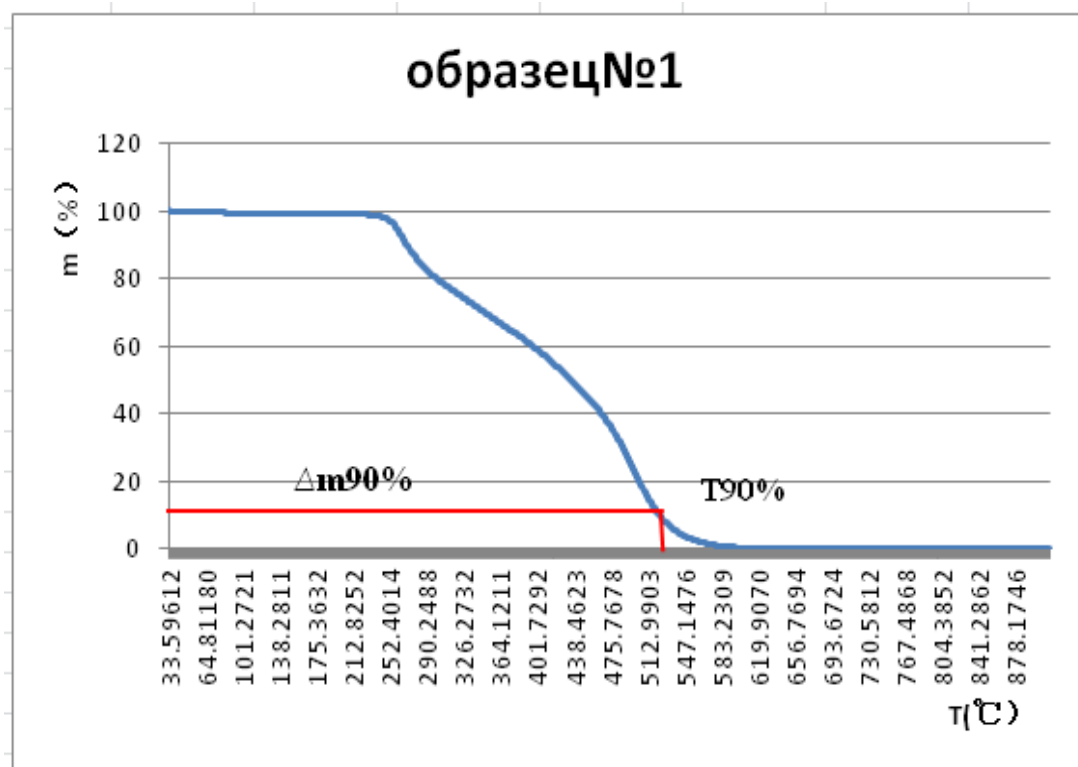


Рисунок 7 – Схема определения характерного значения температуры $T_{90\%}$ при фиксированном значении потери массы

Характерные значения температур

Параметр	№ образца						
	1	2	3	4	5	6	7
T _{5%} , °C	261 .3	203 .5	200 .4	181 .7	176 .2	187 .6	184 .0
T _{50%} , °C	436 .2	401 .6	392 .3	401 .8	385 .8	388 .9	388 .3
T _{90%} , °C	524 .5	515 .7	521 .0	513 .8	519 .2	515 .5	514 .2

2.2.2. Оценка погрешности измерения

В результате обработки графических зависимостей для каждой нормированной точки и нескольких параллельных испытаний определяли:

- среднее арифметическое $\bar{X}$ по формуле:

$$\bar{X} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n} \quad (1)$$

где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – оценка значимой характеристики термического анализа;

- отклонения d от среднего арифметического значения по формулам:

$$d_1 = x_1 - \bar{X}, d_2 = x_2 - \bar{X}, d_3 = x_3 - \bar{X}, \dots, d_n = x_n - \bar{X},$$

- квадраты этих отклонений по формулам:

$$d_1^2 = (x_1 - \bar{X})^2 \quad (2)$$

$$d_2^2 = (x_2 - \bar{X})^2,$$

$$d_3^2 = (x_3 - \bar{X})^2,$$

...

$$d_n^2 = (x_n - \bar{X})^2.$$

- среднее квадратическое отклонение повторяемости (сходимости) результатов измерений S для каждой точки по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

- среднее квадратическое отклонение среднего арифметического значения $S_{\bar{X}}$:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Для исключения грубых погрешностей будем использовать критерий Граббса согласно ГОСТ Р 8.736-2011. Критерии Граббса вычисляются по следующим формулам:

$$G_1 = \frac{|X_{\max} - \bar{X}|}{S} \quad (5)$$

$$G_2 = \frac{|\bar{X} - X_{\min}|}{S} \quad (6)$$

Затем следует сравнить G_1 и G_2 с теоретическим значением критерия Граббса G_T при выбранном уровне значимости q . Критическое значение критерия Граббса для проведенных экспериментальных исследований при количестве измерений $n = 7$ и уровне значимости q свыше 5 % будет составлять 2,020. Если $G_1 > G_T$, то $X_{\max}$ необходимо исключить как маловероятное значение. Если $G_2 > G_T$, то $X_{\min}$ исключается как маловероятное значение. Затем снова необходимо вычислить среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения ряда результатов измерений и повторить процедуру проверки наличия грубых погрешностей.

- Доверительные границы случайной погрешности ε :

Для этого задаем значение доверительной вероятности $P = 0,95$. По выбранной доверительной вероятности P и числу проведенных измерений $(n - 1) = 6$ определим коэффициент Стьюдента t по таблице в ГОСТ 8.7360–2011. Принимаем значение коэффициента Стьюдента $t = 2,447$.

Доверительные границы случайной погрешности определим по формуле:

$$\varepsilon = t S_{\bar{X}} \quad (7)$$

- Относительная погрешность рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} 100\%. \quad (8)$$

Для исследования и обработки результатов термического анализа в работе была использована программа Mathcad.

1. Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 5 %.

$T_{5\%}$

$$T_{5\%} := \begin{pmatrix} 261.3 \\ 203.5 \\ 200.4 \\ 181.7 \\ 176.2 \\ 187.6 \\ 184.0 \end{pmatrix} +$$

$$T_{5\%cp} := \frac{\sum T_{5\%}}{7} = 199.243$$

$$d := T_{5\%} - T_{5\%cp} = \begin{pmatrix} 62.057 \\ 4.257 \\ 1.157 \\ -17.543 \\ -23.043 \\ -11.643 \\ -15.243 \end{pmatrix}$$

$$d^2 = \begin{pmatrix} 3.851 \times 10^3 \\ 18.123 \\ 1.339 \\ 307.752 \\ 530.973 \\ 135.556 \\ 232.345 \end{pmatrix}$$

$$S := \sqrt{\frac{\sum (d^2)}{6}} = 29.089$$

Рисунок 8 –Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 5 %

Исключение грубых погрешностей

$$G_T = 2.020$$

$$G_1 = \frac{|T_{5\%max} - \overline{T_{5\%}}|}{S} = \frac{|261.3 - 199.243|}{29.089} = 2.13$$

$$G_2 = \frac{|\overline{T_{5\%}} - T_{5\%min}|}{S} = \frac{|199.243 - 184.0|}{29.089} = 0.52$$

$$G_1 > G_T$$

$$G_2 < G_T$$

$T_{5\%max}$ исключают как маловероятное значение.

Вновь вычисляют среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения:

$$\overline{T_{5\%}} = 188.9$$

$$S = 10.81$$

$$G_T = 1.887$$

$$G_1 = \frac{|T_{5\%max} - \overline{T_{5\%}}|}{S} = \frac{|203.5 - 188.9|}{10.81} = 1.35$$

$$G_2 = \frac{|\overline{T_{5\%}} - T_{5\%min}|}{S} = \frac{|188.9 - 176.2|}{10.81} = 1.17$$

$$G_1 < G_T$$

$$G_2 < G_T$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{10.81}{\sqrt{6}} = 4.41$$

Доверительные границы случайной погрешности

$$\varepsilon = tS_{\bar{X}} = 2.571 \times 4.41 = 11.34$$

Записываем окончательный результат:

$$T_{5\%} = 188.9 \pm 11.3 \text{ } [^{\circ}\text{C}], P = 0,95.$$

Относительная погрешность

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} 100\% = \frac{11.3}{188.9} \times 100\% = 6.0\%.$$

2. Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 50 %.

$T_{50\%}$

$$T_{50\%} := \begin{pmatrix} 436.2 \\ 401.6 \\ 392.3 \\ 401.8 \\ 385.8 \\ 388.9 \\ 388.3 \end{pmatrix}$$

$$T_{50\%cp} := \frac{\sum T_{50\%}}{7} = 399.271$$

$$d := T_{50\%} - T_{50\%cp} = \begin{pmatrix} 36.929 \\ 2.329 \\ -6.971 \\ 2.529 \\ -13.471 \\ -10.371 \\ -10.971 \end{pmatrix}$$

$$d^2 = \begin{pmatrix} 1.364 \times 10^3 \\ 5.422 \\ 48.601 \\ 6.394 \\ 181.479 \\ 107.567 \\ 120.372 \end{pmatrix}$$

$$S := \sqrt{\frac{\sum d^2}{6}} = 17.481$$

Рисунок 9 –Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 50 %

Исключение грубых погрешностей

$$G_T = 2.020$$

$$G_1 = \frac{|T_{50\%max} - \overline{T_{50\%}}|}{S} = \frac{|436.2 - 399.271|}{17.481} = 2.11$$

$$G_2 = \frac{|\overline{T_{50\%}} - T_{50\%min}|}{S} = \frac{|399.271 - 388.3|}{17.481} = 0.63$$

$$G_1 > G_T$$

$$G_2 < G_T$$

$T_{50\%max}$ исключают как маловероятное значение.

Вновь вычисляют среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения:

$$\overline{T_{50\%}} = 393.12$$

$$S = 6.97$$

$$G_T = 1.887$$

$$G_1 = \frac{|T_{50\%max} - \overline{T_{50\%}}|}{S} = \frac{|401.8 - 393.12|}{6.97} = 1.24$$

$$G_2 = \frac{|\overline{T_{50\%}} - T_{50\%min}|}{S} = \frac{|393.12 - 388.3|}{6.97} = 0.69$$

$$G_1 < G_T$$

$$G_2 < G_T$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{6.97}{\sqrt{6}} = 2.84$$

Доверительные границы случайной погрешности

$$\varepsilon = tS_{\bar{X}} = 2.571 \times 2.84 = 7.30$$

Записываем окончательный результат:

$$T_{50\%} = 393 \pm 7 \text{ [}^\circ\text{C]}, P = 0,95.$$

Относительная погрешность

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} 100\% = \frac{7.30}{393.12} \times 100\% = 1.9\%.$$

3. Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 90 %.

$T_{90\%}$

$$T_{90\%} := \begin{pmatrix} 524.5 \\ 515.7 \\ 521.0 \\ 513.8 \\ 519.2 \\ 515.5 \\ 514.2 \end{pmatrix}$$

$$T_{90\%cp} := \frac{\sum T_{90\%}}{7} = 517.7$$

$$d := T_{90\%} - T_{90\%cp} = \begin{pmatrix} 6.8 \\ -2 \\ 3.3 \\ -3.9 \\ 1.5 \\ -2.2 \\ -3.5 \end{pmatrix}$$

$$d^2 = \begin{pmatrix} 46.24 \\ 4 \\ 10.89 \\ 15.21 \\ 2.25 \\ 4.84 \\ 12.25 \end{pmatrix}$$

$$S := \sqrt{\frac{\sum (d^2)}{6}} = 3.993$$

Рисунок 10 – Оценка погрешности для температуры, при которой произошла потеря массы 90 %

Исключение грубых погрешностей

$$G_T = 2.020$$

$$G_1 = \frac{|T_{90\%max} - \overline{T_{90\%}}|}{S} = \frac{|524.5 - 517.7|}{3.993} = 1.7$$

$$G_2 = \frac{|\overline{T_{90\%}} - T_{90\%min}|}{S} = \frac{|517.7 - 513.8|}{3.993} = 0.98$$

$$G_1 < G_T$$

$$G_2 < G_T$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{3.993}{\sqrt{7}} = 1.51$$

Доверительные границы случайной погрешности

$$\varepsilon = tS_{\bar{x}} = 2.447 \times 1.51 = 3.69$$

Записываем окончательный результат:

$$T_{90\%} = 517 \pm 4 \text{ [}^\circ\text{C]}, P = 0,95.$$

Относительная погрешность

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} 100\% = \frac{3.69}{517.7} \times 100\% = 0.71\%.$$

Результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты обработки термоаналитических испытаний

	$T_{5\%}$	$T_{50\%}$	$T_{90\%}$
T_{cp}	199,243	393.12	517.7
S	29,089	17,481	3,993
$S_{\bar{X}}$	10.99	6.61	1.51
ε	11.34	7.3	3.69
δ	13.4%	1.9%	0.71%
$X = \bar{X} \pm \varepsilon$	$199 \pm 27^\circ\text{C}$	$393 \pm 7^\circ\text{C}$	$517 \pm 4^\circ\text{C}$

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов [12].

Цель исследования – определение потребности в интеллектуальных и материальных ресурсах, необходимых для проведения комплекса этих работ. Достижение цели обеспечивается следующим решением задач:

- Определение потенциальных потребителей результатов работы;
- Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Определение сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта;
- Оценка готовности проекта к коммерциализации;
- Инициализация проекта;
- Планирование научно-исследовательского проекта и определение контрольных событий;
- Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта;
- Составление организационной структуры в рамках научного исследования.

3.1 Предпроектный анализ

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Данный научно-исследовательский проект (далее НИП) направлен на решение фундаментальной проблемы создания новых полимерных композиционных материалов за счет управления их структурными, термическими, прочностными характеристиками путем введения нанодисперсных неорганических и природных органических соединений, обладающих способностью уменьшить пожароопасные характеристики материалов на основе эпоксидных смол.

Целевым рынком потребления эпоксидной смолы с улучшенными характеристиками огнестойкости и механической прочности является большинство отраслей промышленности и хозяйства.

Области применения эпоксидной смолы достаточно велики: электротехника; радиоэлектроника; судостроительная промышленность – для пропитки волокон; авиастроение; машиностроение; строительство – гидроизоляция помещений; производство лакокрасочных материалов и т.д.

Так как сегментирование данного целевого рынка обширно, в данном подразделе рассмотрим использование эпоксидной смолы в строительстве.

Потенциальными потребителями результатов НИП являются крупные и мелкие строительные фирмы, частные лица. Критериями сегментирования были выбраны: сфера деятельности строительной компании и область применения эпоксидной смолы в строительстве. В таблице 3 приведена карта сегментирования рынка услуг по описанным выше критериям.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка услуг по выпуску
эпоксидной смолы с улучшенными характеристиками

		Область применения			
		Клеевой состав	Герметик	Защитное покрытие	Заливочные и пропиточные компаунды
Сфера деятельности	Архитектурно-дизайнерские компании				
	Строительно-ремонтные фирмы				
	Строительно-монтажные фирмы				
	Широкопрофильные строительные компании				

Как видно из карты сегментирования, для архитектурно-дизайнерских компаний эпоксидная смола нужна в качестве клеевого состава для склеивания деталей макетов зданий и сооружений. Строительно-ремонтные фирмы занимаются в основном ремонтом и отделкой помещений и фасадов, для них эпоксидная смола применяется как герметик, защитное покрытие и компаунды. Строительно-монтажные выполняют монтаж легких конструкций (окна, двери и т.п.), для них эпоксидная смола необходима в качестве клея, герметика и защитного покрытия от пыли и влаги. Широкопрофильные строительные компании захватывают все сферы строительных услуг: возведение различных зданий и сооружений как частично, так и «под ключ»; ремонтные и монтажные работы; разработка проектов; торговля стройматериалами и т.д. Область применения эпоксидной смолы для таких компаний обширна.

Согласно полученному сегментированию выявлено, что эпоксидная смола с наилучшими функциональными характеристиками будет востребована во всех сферах строительства, но наибольшее

внимание следует уделить широкопрофильным строительным фирмам, для которых эпоксидная смола

необходима в качестве клеевых составов, герметиков, защитных покрытий, заливный и пропиточных компаундов.

Таблица 4—Оценочная карта для сравнения конкурентной продукции

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _к	Б _ф	К _к	К _ф
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	5	0,25	0,25
2. Энергоэкономичность	0,05	4	4	0,2	0,2
3. Надежность	0,05	4	5	0,2	0,25
4. Безопасность	0,1	4	4	0,4	0,4
5. Простота эксплуатации	0,08	5	5	0,4	0,4
6. Теплостойкость	0,1	3	4	0,3	0,4
7. Прочность	0,1	3	5	0,3	0,5
8. Время полимеризации	0,03	4	4	0,12	0,12
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	0,3	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	0,25	0,25
3. Цена	0,05	5	4	0,25	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	0,5	0,5
5. Финансирование научной разработки	0,07	3	5	0,21	0,35
6. Гарантийный срок хранения	0,07	5	5	0,35	0,35
Итого	1	58	65	4,03	4,67

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В данном научно-исследовательском проекте была модифицирована эпоксидная смола марки ЭД-20. На данный момент представленная на рынке эпоксидная смола ЭД-20 не обладает высокой термической стабильностью, пониженной горючестью и высокими физико-механическими характеристиками.

Проведен анализ конкурентов, выпускающих эпоксидную смолу марки ЭД-20, проанализированы сильные и слабые стороны выпускаемой на рынке продукции, данные занесены в оценочную карту (табл. 13).

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентной продукции

Где Бк – баллы за конкурентную разработку; Бф – баллы разрабатываемый композитный материал, представленный в НИП.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [13]:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (9)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из проведенного анализа видно, что конкурентная продукция проигрывает разрабатываемому композитному материалу, представленному в работе в следующих пунктах: надежность, теплостойкость, прочность и финансирование. Однако цена

модифицированной эпоксидной смолы будет выше рыночной. Несмотря на это, создаваемый продукт будет обладать значительно-улучшенными характеристиками, по сравнению с продукцией, представленной на рынке в настоящее время.

3.1.3 SWOT-анализ

Результаты SWOT-анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 — Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Наличие опытного научного руководителя. С2.Экологичность технологии. С3.Высокая прочность изготавливаемого модифицированного материала. С4.Пониженная горючесть материала. С5.Научная новизна проекта, заключающаяся в установлении новых закономерностей влияния высокодисперсных наполнителей на функциональные свойства эпоксидных композитов.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Недостаточная оснащенность лаборатории для проведения испытаний и изготовления образцов. Сл2.Медленный процесс вывода на рынок нового материала. Сл3.Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство «под ключ». Сл4.Сложность в получении доступа к необходимому оборудованию для более глубокого исследования. Сл5. Слабое финансирование
Возможности: В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Возможность привлечения инвесторов. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Получение патента на дальнейшее усовершенствование изготавливаемого материала. В5. В случае принятия рынком, выход на большие объемы производства	–используя инновационную инфраструктуру ТПУ, возможно создать продукт с наилучшими функциональными характеристиками; –появление дополнительного финансирования в виде инвесторов и получение патента способствует развитию научно-исследовательских работ в области создания композитного материала необходимого качества;	–получение дополнительного финансирования для создания необходимых условий глубокого исследования вопроса и изготовления композитного материала нового качества.

продукции.	-все перечисленные сильные стороны продукции, в случае выхода на рынок, создадут конкуренцию другим производителями поспособствуют выводу на большие объемы производства нового материала.	
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукцию У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	при всех имеющихся сильных сторонах проекта, создаваемый продукт будет активно конкурировать с другими производителями; введение дополнительных государственных требований к сертификации только закрепит высокие позиции на рынке качественно нового материала из-за перечисленных выше достоинств.	-вследствие недостаточного оснащения лаборатории и слабого финансирования возможность изготовления продукции должного качества поддается, а следовательно, появляется опасность отсутствия спроса продукции на рынке и разорение из-за высокой конкуренции.

С помощью интерактивной матрицы проекта составлено соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие помогает выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Использование интерактивной матрицы дает возможность разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Данные интерактивной матрицы настоящего проекта представлены в таблицах 6, 7, 8 и 9.

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта В-С

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	–	0	+	0	+
	B2	–	–	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+
	B5	+	+	+	+	+

Анализ данной интерактивной таблицы позволяет выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C3C5; B2C3C4C5; B3C1C2C3C4C5; B4C1C2C3C4C5; B5C1C2C3C4C5.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта В-Сл

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	0	0	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	–	+	–	–	+
	B4	+	+	0	+	+
	B5	0	+	–	–	+

Анализ данной интерактивной таблицы позволяет выявить следующие коррелирующие слабые стороны и возможности: B1Сл3Сл4Сл5; B2Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5; B3Сл2Сл5; B4Сл1Сл2Сл4Сл5; B5Сл2Сл5.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта У-С

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	+	–	–	0	0
	У4	+	–	–	+	+
	У5	0	–	–	–	–

Коррелирующие сильные стороны и угрозы: У1С1С2С3С4С5; У2С1С2С3С4С5; У3С1; У4С1С4С5.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта У-Сл

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	0	+	+	–	0
	У2	+	+	+	–	0
	У3	–	+	–	–	–
	У4	–	+	–	0	–
	У5	+	0	0	+	+

Анализ данной интерактивной таблицы позволяет выявить следующие коррелирующие слабые стороны и угрозы: У1Сл2Сл3; У2Сл1Сл2Сл3; У3Сл2; У4Сл2; У5Сл1Сл4Сл5.

Согласно полученным результатам SWOT-анализа выявлено, что при получении дополнительного финансирования возможно устранить многие слабые стороны данного научно-исследовательского проекта. Это поспособствует дальнейшему усовершенствованию функциональных характеристик изготавливаемого материала, позволит вывести модифицированную эпоксидную смолу на рынок, где она создаст высокую конкуренцию другим производителям.

3.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Показатели степени проработанности научно-исследовательского проекта с позиции коммерциализации приведены в таблице 19.

Таблица 10 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности проекта	Уровень имеющихся знаний у разработч ика
1	Определен имеющийся научно-технический раздел	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4	Определена товарная форма научно-технического раздела	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7	Проведены маркетинговые исследования рынка сбыта	1	1
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2

Продолжение таблицы 10

10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научной разработки	3	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	42	41

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле [14]:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (10)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ для степени проработанности проекта составило 42 балла, а для уровня имеющихся знаний у разработчика – 41. Эти значения лежат в интервале от 30 до 44 баллов, что соответствует средней перспективности данного научно-исследовательского проекта.

Согласно полученному результату, данному проекту требуются инвестиции для дальнейшего улучшения разработки. Необходимо разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки. Требуется повысить знания у разработчика в области маркетинга, определить перспективные направления коммерциализации проекта, проработать вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки и финансирования.

3.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые

выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта [15].

3.2.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приведена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей (табл. 11).

Таблица 11 – Цели и результаты проекта

Цели проекта	Исследование влияния наполнителей неорганической природы и природных органических материалов на особенности протекания процессов термической и термоокислительной деструкции, на механические свойства и на процесс горения полимерных композитов
Ожидаемые результаты проекта	Разработка научно обоснованных подходов к повышению термической стабильности и снижению горючести полимерных материалов за счет создания их нанокристаллитной структуры при введении нанодисперсных соединений, обладающими пламягасящими
Критерии приемки результата проекта	Установление новых закономерностей влияния нанодисперсных неорганических и природных органических соединений, а также установление механизма действия наполнителей на процесс горения модифицированных полимерных материалов

Продолжение таблицы 11

Требования к результату проекта	Выполнение проекта в срок
	Научная новизна проекта
	Подготовка по результатам исследований публикаций в рецензируемых изданиях
	Получение материала высокой прочности
	Термическая и термоокислительная стабильность
	Снижение горючести эпоксидных композитов
	Установление оптимального соотношения компонентов в комбинации наполнителей

3.2.2 Организационная структура проекта

Организационная структура рабочей группы проекта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Назаренко Ольга Брониславовна, д.т.н., профессор кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Руководитель проекта	Работа над реализацией проекта, координация деятельности исполнителя	450
2	Мельникова Татьяна Вячеславовна, магистр ЭБЖ ИНК ТПУ	Исполнитель проекта	Проведение исследований, оценка результатов по проекту, формулирование выводов	100
Итого:				550

2.3. Ограничения и допущения проекта

В таблице 13 приведены все ограничения проекта.

Таблица 13 – Ограничение проекта

Фактор	Ограничения/допущения
Бюджет проекта	7500 рублей
Источник финансирования	Личные средства руководителя и исполнителя проекта
Сроки выполнения	01.03.17-27.05.17 г.
Дата утверждения плана управления проектом	20.02.2017 г.
Дата завершения проекта	27.05.2017 г.
Прочие ограничения и допущения	-Ограничение по времени работы проекта; -Сложность в получении доступа к необходимому оборудованию для более глубокого исследования; -Недостаточная оснащенность лаборатории для проведения испытаний и изготовления образцов

3.3 Планирование управления научно-техническим проектом

3.3.1 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела были определены ключевые события научно-исследовательского проекта, определены их даты и результаты. Эта информация сведена в таблице 14.

Таблица 14 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат
1	Разработка технического задания	01.03.2019-09.03.2019	Техническое задание НИП
2	Выбор направления исследований	10.03.2019-10.04.2019	Постановка задач исследования и согласование их с руководителем

Продолжение таблицы 14

3	Теоретические исследования и экспериментальные исследования	11.04.2019-17.05.2019	Получение результатов исследования
4	Обобщение и оценка результатов	18.05.2019-23.05.2019	Формирование отчета
5	Оформление отчета по НИП	24.05.2019-31.05.2019	Предоставление отчета о проделанной работе научному руководителю

3.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта построен календарный и линейный график проекта.

Линейный график представлен в виде таблицы (табл. 15).

Таблица 15 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составление и утверждение темы проекта	5	01.03.2019	06.03.2019	Назаренко О.Б.
2	Выдача задания по тематике проекта	3	07.03.2019	09.03.2019	Назаренко О.Б.
3	Выбор направления исследований	2	10.03.2019	11.03.2019	Назаренко О.Б. Сюй Сунцзю
4	Постановка задач работы	3	13.03.2017	15.03.2017	Мельникова Т.В.

Продолжение таблицы 15

5	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	16.03.2019	18.03.2019	Назаренко О.Б. Сюй Сунцзю
6	Подбор литературы по тематике работы	12	20.03.2019	31.03.2019	Сюй Сунцзю
7	Сбор материалов и анализ существующих разработок	10	01.04.2019	10.04.2019	Сюй Сунцзю
8	Проведение теоретических расчетов и обоснований	12	11.04.2019	22.04.2019	Сюй Сунцзю
9	Анализ конкурентных методик	4	23.04.2019	27.04.2019	Сюй Сунцзю
10	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	2	28.04.2019	29.04.2019	Назаренко О.Б. Сюй Сунцзю
11	Проведение экспериментов	12	01.05.2019	12.05.2019	Сюй Сунцзю
12	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	4	13.05.2019	17.05.2019	Сюй Сунцзю
13	Согласование полученных данных с научным руководителем	2	18.05.2019	19.05.2019	Сюй Сунцзю
14	Оценка эффективности полученных результатов	3	20.05.2019	23.05.2019	Сюй Сунцзю
15	Работа над выводами по проекту	4	24.05.2019	27.05.2019	Сюй Сунцзю
16	Составление пояснительной записки к работе	3	29.05.2019	31.05.2019	Назаренко О.Б. Сюй Сунцзю

Продолжение таблицы 15

Итого	84	март	май	
--------------	----	------	-----	--

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Далее построена диаграмма Ганта, которая используется для иллюстрации календарного плана проекта, где работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2017 год, количество календарных дней составляет 365 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество праздничных и выходных дней – 118.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48$$

$k_{\text{кал}}=1,48$.

Все полученные значения заносим в таблицу (табл. 16).

После заполнения таблицы 25 строим календарный план-график научно-исследовательского проекта (табл. 17). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях p			Длительность работ в календарных днях k			
	, чел-дни			, чел-дни			<i>ож</i> , чел-дни										
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп. 1	Исп. 2	Исп.3	Исп. 1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1
Составление и утверждение темы проекта	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	Руководитель	3	3	3	5	5	5	
Выдача задания по тематике проекта	1	1	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3	
Выбор направления исследования	1	2	1	2	3	2	1,4	2,4	1,4	Рук. – студент	1	2	1	1	2	1	
Постановка задач работы	1	1	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Студент	2	2	2	3	3	3	
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	1	2	5	2	4	3,8	1,8	2,8	Рук. – студ.	2	1	1,5	3	1	2	
Подбор литературы по тематике работы	7	6	7	10	8	10	8,2	6,8	8,2	Студент	8	7	8	12	10	12	
Сбор материалов и анализ существующих методик	6	6	7	10	10	11	7,6	7,6	8,6	Студент	7	8	8	8	10	10	
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	7	7	9	9	9	7,8	7,8	7,8	Студент	8	8	8	12	12	12	
Анализ конкурентных методик	2	2	2	3	4	5	5,8	5,8	5,8	Студент	6	6	6	4	4	4	
Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	3	2	3	5	4	3	3,4	2,4	3,4	Рук. – студ.	3	1	3	2	2	2	
Проведение экспериментов	10	8	8	12	10	10	10,8	8,8	8,8	Студент	11	11	11	9	9	12	
Соп-е рез-тов экспериментов с теоретическими	2	3	2	3	4	3	2,4	3,4	2,4	Студент	5	4	4	4	5	4	

Продолжение таблицы 16

Согласование полученных данных с научным руководителем	2	1	2	5	3	4	3,2	1,8	2,8	Рук. – студ.	1,5	1	1,5	2	1	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	Студент	2,5	2,5	2,5	4	4	4
Работа над выводами по проекту	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент	2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки к работе	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Рук. – студент	3	3	3	3	3	3

Таблица 17 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5									
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	3									
3	Выбор направления исследования	Руководитель	2									
4	Постановка задач работы	Студент	3									
5	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	3									
6	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12									
7	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	10									
8	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	12									
9	Анализ конкурентных методик	Студент	4									
10	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель, Студент	2									
11	Проведение эксперимента	Студент	12									
12	Соп-е рез-тов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент	4									
13	Согласование полученных данных с научным рук-лем	Руководитель, Студент	2									
14	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4									
15	Работа над выводами	Студент	3									
16	Составление пояснит. записки	Студент	3									

3  студент;  – научный руководитель.

3.3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НИП должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НИП;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.3.4.1 Расчет материальных затрат НИП

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3–5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты занесены в таблицу 18.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага	SvetoCopy, 210×297 мм	лист	310	0,5	155
Картон	SvetoCopy, 210×297 мм	лист	6	5	30
Степлер	Attache до 22 листов	шт	1	60	60
Металлические скобы	24/6	шт	30	0,14	4,2

Продолжение таблицы 18

Картридж	ic-h109 №655	шт	3	800	2400
Интернет	TPUNet	Гб	5	100	500
Ручка	Parker Jotter S0162540/S0705660, 08 мм	шт	4	20	80
Карандаш	Pelikan, 05 мм	шт	3	10	30
Тетрадь	Полиграфика, 48 л	шт	3	30	90
Электроэнергия	Томскэнергосбыт	кВт/час	114	2,7	307,8
Эпоксидная смола ЭД- 20	Химпродукт, объем 500 мл	мл	1500	1,2	1800
Отвердитель ПЭПА	Химпродукт, объем 50 мл	г	150	1,8	270
Борная кислота	Самарская ФФ, упаковка 10 г	г	30	6	180
МУНТ (многослойные углеродные нанотрубки)	НГТУ, нанодисперсный порошок	г	10	—	—
Гидрокарбонат натрия	Уральский промышленный холдинг АМК- Групп, упаковка 500 г	г	30	0,06	1,8
Пластиковая пробирка	ООО «НордЛаб», объем 1,5 мл	шт	45	4	180
Силиконовая форма	Delicia, 5 см, упаковка 6 шт	шт	45	16	720
Силиконовый коврик	Delicia, 200×300 мм	шт	3	50	150
Медицинский шприц	Здравторг, объем 10 мл	шт	14	8	112
Линейка	ООО АгроСистемПрибор р, длина 30 см	шт	1	20	20
Ацетон	Химик, объем 500 мл	мл	500	0,12	60
Всего за материалы					7150,8
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)					350
Итого по статье С _м					7500,8

Итого материальные затраты на проведение научно-исследовательской

работы составили 7500,8 рублей.

Согласно исследованию, приведенному в данной работе, затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматриваются.

3.3.4.2 Основная и дополнительная заработная плата

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	по Исполнители категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего зарботная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6	3,6	3,6	7,2	7,2	7,2
2	Выдача задания по тематике проекта	Руководитель	1	1	1	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
3	Выбор направления исследования	Руководитель, студент	1	2	1	1,8	3,6	1,8	1,8	7,2	1,8
4	Постановка задачи	Студент	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,2
5	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, студент	3	1	2	4,4	4,4	4,4	8,8	4,4	6,6
6	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7	6	7	0,8	0,8	0,8	5,6	7,2	6,4
7	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	12	13	10	0,8	0,8	0,8	11,2	12	12

Продолжение таблицы 19

8	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	7	7	7	0,8	0,8	0,8	6,4	6,4	6,4
9	Анализ конкурентных методик	Студент	5	5	5	0,8	0,8	0,8	4	4,8	4
10	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель, Студент	3	2	3	4,4	4,4	4,4	13,2	5,9	13,2
11	Проведение экспериментов	Студент	14	15	18	0,8	0,8	0,8	11,2	12	12
12	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент	5	5	8	0,8	0,8	0,8	5,6	4	6,4
13	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	2	1	2	4,4	4,4	4,4	8,8	4,4	6,6
14	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	2	2	2	0,8	0,8	0,8	1,6	2	2,4
15	Работа над выводами по проекту	Студент	1	1	1	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6
16	Составление пояснительной записки к работе	Руководитель, студент	4	4	4	0,8	0,8	0,8	4,8	4	4,8
Итого:									97	89,1	99,4

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей

(рабочий день 8 часов).

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (11)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Должностной оклад руководителя (доктора наук) составляет 36800 рублей (без учета районного коэффициента), а студента 23000 рублей [36]. Учитывая районный коэффициент (1,3 для Томска) заработные платы составят 47840 рублей для руководителя и 29900 рублей для студента.

Расчет дополнительной заработной платы определяем по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (12)$$

где, $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 53580,8 рублей, студента – 33488 рублей.

3.3.4.3 Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. согласно налоговому кодексу РФ, глава 34, для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность установлен размер страховых взносов равный 27,1% [16].

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	36000	23400	32400	5400	3510	4860
Студент-дипломник	42400	43200	44400	6360	6480	6660
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					

Продолжение таблицы 20

Итого	
Исполнение 1	24433,4 руб.
Исполнение 2	20755,9 руб.
Исполнение 3	23934,7 руб.

3.3.4.4 Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (13)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

при первом исполнении $Z_{\text{накл}} = 103291 \cdot 0,16 = 16526,6$ руб; при втором исполнении $Z_{\text{накл}} = 98881,5 \cdot 0,16 = 15821,04$ руб; при третьем исполнении $Z_{\text{накл}} = 114526,5 \cdot 0,16 = 18324,24$ руб.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИП (таблица 21).

Таблица 21 – Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	2957,6	2340,6	2262,8
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	—	—	—
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	66000	65900	76800
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	9900	9885	11520
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24433,4	20755,9	23943,7
6. Научные и производственные командировки	—	—	—
7. Накладные расходы	16526,6	15821,04	18324,24
8. Бюджет затрат НТИ	119817,6	114702,5	132850,7

3.3.5 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная. Для данного научно-исследовательского проекта, согласно критериям критериям выбора, была построена проектная организационная структура (рис.32).



Рисунок 32 – Проектная структура проекта

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были исследованы потенциальные потребители результатов научного исследования и построена карта сегментирования рынка услуг по выпуску эпоксидной смолы с улучшенными характеристиками. Проведен анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Построена интерактивная матрица проекта, в которой показаны слабые и сильные стороны, возможности и угрозы для проекта.

Проведена оценка готовности научного проекта к коммерциализации. По значению $B_{\text{сум}}$ для степени проработанности проекта определено, что данный проект соответствует средней перспективности.

Определены ключевые события научно-исследовательского проекта, определены их даты и результаты (таблица 23). Составлен полный перечень

работ, проводимых при исследовании влияния высокодисперсных наполнителей на горючесть и термическую стабильность эпоксидных композитов, данные сведены в таблицу 24, общее число работ – 26.

Разработан календарный план-график проведения научного исследования (таблица 25). Время работы над проектом – с марта по май.

Рассчитан бюджет научного исследования. Итоговые данные сведены в таблицу 30. Построена проектная организационная структура научно-исследовательского проекта.

3.4 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Оценка эффективности исследования проводилась на основании сравнения контрольных образцов из металла и неметалла:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (14)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как стоимость исполнения представленного проекта максимальна, в сравнении с аналогами, следовательно, интегральные финансовые показатели разработки и аналогов равны

$$I_{\Phi}^p = 1, \quad I_{\Phi}^{a1} = 0.7$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (15)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (16)$$

где: I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале

оценивания; n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился на основании данных представленных в таблице 17.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1
1. Способствует росту производительности а пользователя труд	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	3
5. Надежность	0,25	5	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	26	22

Итоги расчетов:

$$I_m^p = 4.35, I_m^{a1} = 3.55.$$

Интегральный показатель эффективности разработки($I_{финр}^p$)и аналога($I_{финр}^a$)определяется на основании интегрального показателя ресурсоэф-
фективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p} \quad (17)$$

$$I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (18)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатель	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель	1	0.7
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4.35	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,35	5,07
4	Сравнительная эффективность	1	1.42

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:
интегральный показатель ресурсоэффективности разработки

превышает показатели аналога, что говорит о том, что исследования достаточно эффективна и может конкурировать с системами подобного типа. Однако, показатель сравнительной эффективности показывает, что технические слабости присутствуют и их необходимо решать.

4. Социальная ответственность

В текущем разделе рассматриваются вопросы социальной ответственности, охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в лаборатории, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лаборатории опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда.

В работе рассматривается аудитория №256, которая расположена на втором этаже 8 учебного корпуса ТПУ по адресу Усова 7. В данной аудитории расположены: 6 персональных компьютера, 5 из которых имеют ЖК мониторы, а 1 – ЭЛТ; лабораторное оборудование; проектор и экран. Габариты помещения: 12х6,5х4м. Стены окрашены матовой краской светло-бежевых тонов, потолки светлые. В кабинете 4 оконных проема размером 1,6х2,2 м, общая площадь которых равна 14,08 м².

4.1. Профессиональная социальная безопасность

4.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Во время проведения работ в лаборатории, работник может столкнуться с рядом различных вредных и опасных факторов, представленных в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при изготовлении образцов эпоксидных композитов

Наименование видов работ	Вредные и опасные факторы	Нормативные документы
Работа в лаборатории: 1) Организация рабочего места; 2) Изготовление образцов эпоксидных композитов с использованием отвердителя ПЭПА (полиэтиленполиамин) 3) Отверждение образцов в течении 24 часов 4) Обработка полученных	1. Повышенная или пониженная температура рабочей зоны; 2. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенный	ГОСТ 12.1.007 – 76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.003 – 91 Оборудование производс твенное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.005 – 88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ГОСТ 12.1.038 – 82 Электробезопасность. Пр едельно
Наименование видов работ	Вредные и опасные факторы	Нормативные документы
данных за компьютером	уровень шума на рабочем месте; 5. Электрический ток; 6. Вредные вещества.	допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»; СП 52.13330 – 2011 «Естественное и искусственное освещение»; СП 5159 – 89 «Санитарные правила при производстве и применении эпоксидных смол и материалов на их основе»; ГОСТ 12.4.011 – 89 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

4.1.1.1 Параметры микроклимата

Параметры микроклимата являются оптимальными, если они при систематическом и длительном воздействии на человека гарантируют сохранение адекватного функционирования и теплового состояния организма, создают условия теплового оптимума и являются основой для высокого уровня работоспособности. Допустимые и оптимальные значения параметров микроклимата устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88, исходя из категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла и периода года [17].

На условия работы в помещении влияют такие параметры как температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Нормы параметров микроклимата для помещения без избытка выделения тепла для работ второй категории тяжести приведены в таблице 25 согласно .

Таблица 25 – Нормы параметров микроклимата

Наименование параметров и единицы измерения	В холодное время	В теплое время
Температура, °С	20...22	22...25
Относительная влажность, %	30...60	30...60
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,2	Не более 0,5

В нашем помещении температура: зимой $t = 20 - 22$ °С; летом $t = 22 - 25$

°С. Влажность 55%, скорость движения воздуха – 0,2 м/с.

Эти данные соответствуют нормам.

4.1.1.2 Освещенность

Немаловажную роль имеет освещенность рабочего места. От степени освещенности напрямую зависит не только здоровье глаз и работоспособность человека, но еще и его физическое и психоэмоциональное состояние.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях

В данном случае работы относятся к разряду IV Г. Требуемая норма освещения $E_{НОР}=200$ ЛК.

4.1.1.3 Производственный шум

Шум является одним из наиболее распространенных в производстве факторов. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Шум является одним из часто встречающихся факторов внешней среды, которые пагубно воздействуют на организм человека. Действие шума разнообразно: от затруднения разборчивости речи, провоцирования снижения работоспособности, повышения утомляемости, до вызова необратимых изменений в органах слуха человека. Кроме органов слуха, шум оказывает свое воздействие на весь организм человека. Люди, работающие при постоянных шумовых эффектах, жалуются на головную боль, быструю утомляемость, бессонницу и сонливость, ослабляется внимание, ухудшается память.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для

различных рабочих мест, является ГОСТ 12.1.003 – 80 [18].

Шум на рабочих местах создается внутренними источниками – вентиляторы в ЭВМ, и внешними источниками – шум с улицы.

Согласно паспорта ЭВМ уровень ее шумов не превышает 42 дБ, а нормы для проведения исследовательской работы с использованием ЭВМ – 50 дБ.

Поэтому никаких мер защиты от шума в нашем помещении не требуется и не предусмотрено.

Таблица 26 - Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, Дб, в октановых полосах со среднегеометрическими частотами								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	50
71	61	54	49	45	42	40	38	

4.1.1.4 Электробезопасность

В процессе использования электроприборов и электрооборудования может возникнуть опасность поражения электрическим током. По опасности поражения током лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности.

4.1.1.5 Вредные вещества

Объектом исследования являлась эпоксидная смола марки ЭД-20. По химическому строению эпоксидная смола ЭД-20 представляет собой

синтетическое олигомерное соединение на основе диглицидилового эфира дифенилолпропана. Эпоксидная смола не взрывоопасна, но горит при внесении в источник огня. Летучие компоненты – толуол и эпихлоргидрин относятся к веществам 2-го класса опасности по степени воздействия на организм человека. Для отверждения эпоксидной смолы использовался отвердитель ПЭПА (полиэтиленполиамин). В результате смешения основного компонента с отвердителем, эпоксидная смола необратимо затвердевает и приобретает новые физико-химические свойства. Полиэтиленполиамин (ПЭПА) – темно-окрашенная жидкость плотностью 950...1050 кг/м³ с резким запахом аммиака. Образцы для исследований приготавливали следующим образом :

1. Подготовили навеску порошка борной кислоты;
2. В навеску эпоксидной смолы (1 г) добавляли необходимое количество отвердителя (0,1 г).
3. Тщательно перемешали и поместили в силиконовую форму.

Отвердитель полиэтиленполиамин относится к 3 классу опасности, поэтому очень важно соблюдать требования транспортировки и применять штатную транспортировочную тару.

4.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Согласно проведенному анализу, в лаборатории могут возникнуть следующие вредные и опасные производственные факторы:

- опасность поражения электрическим током;
- токсическое, раздражающее, сенсibiliзирующее действие вредных химических веществ, возможность поражения кожных покровов.

Чтобы исключить опасность поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электробезопасности:

- перед включением прибора в сеть должна быть визуально проверена его электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети устройство и устранить неисправность;

- запрещается при включенном устройстве одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление (например, радиаторы отопления, водопроводные краны и др.)

- запрещается эксплуатация оборудования в помещениях с повышенной опасностью;

- запрещается включать и выключать устройство при помощи штепсельной вилки. Штепсельную вилку включать и выключать из розетки можно только при выключенном устройстве [19,20].

Существуют следующие способы защиты от поражения током в электроустановках:

- предохранительные устройства;
- защитное заземление;
- применение устройств защитного отключения;
- зануление.

Самый распространенный способ защиты от поражения током при эксплуатации измерительных приборов и устройств – защитное заземление, которое предназначено для превращения «замыкания электричества на корпус» в «замыкание тока на землю» для уменьшения напряжения прикосновения и напряжения шага до безопасных величин (выравнивание потенциала) [21,22].

Возможность поражения эпоксидной смолой может возникнуть в результате несоблюдения норм безопасности при работе с эпоксидными смолами. При работе с эпоксидными смолами возможны два пути проникновения в организм вредных веществ: ингаляционный и кожный. Ингаляционный обусловлен наличием в смолах летучих компонентов – эпихлоргидрина и толуола (не более 0,9 % по массе), кожный – непосредственным контактом с летучими и нелетучими компонентами смолы. Наибольшую опасность представляют заболевания кожи, возникающие от непосредственного контакта и в результате sensibilization. Дерматиты сопровождаются иногда раздражением глаз и верхних дыхательных путей.

Работающие с эпоксидными смолами должны быть обеспечены

спецодеждой и индивидуальными средствами защиты по ГОСТу 12.4.011 – 89 [44]. Все операции при работе с эпоксидными смолами должны проводиться в помещениях оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, а так же местной вытяжной вентиляцией. Вытяжную вентиляцию рекомендуется располагать так, чтобы летучие вещества не попадали в зону дыхания рабочих. Кратность воздухообмена должна составлять не менее 5 раз. Контроль за состоянием воздушной среды осуществляется по ГОСТу 12.1.005 – 88 [23,24].

Брызги смол должны быть немедленно удалены сухими марлевыми тампонами. Затем пораженное место следует обработать этиловым спиртом, тщательно промыть водой с мылом, осушить бумажным полотенцем одноразового пользования и смазать мягкой мазью на основе ланолина, вазелина или касторового масла.

Работы с эпоксидными смолами и материалами на их основе должны проводиться в защитной спецодежде.

Для защиты кожи рук от воздействия эпоксидных смол лаборант должен обеспечиваться резиновыми перчатками вместе с нитяными, надеваемыми под резиновые, или полиэтиленовыми перчатками на бязевой подкладке. При выполнении работ, связанных с возможностью случайного незначительного загрязнения рук неотвержденными эпоксидными смолами и композициями на их основе, рекомендуется наносить на кожу рук специальные защитные пасты (паста ИЭР-1, паста МП-1). Запрещается

использовать пасты, содержащие жировые вещества, так как эпоксисоединения и отвердители являются жирорастворимыми веществами.

Все рабочие, имеющие контакт с химическими веществами, должны после смены мыться в душе. Для профилактики грибковых заболеваний их необходимо обеспечить индивидуальной открытой защитной обувью [25,26].

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Неотвержденные эпоксидные смолы представляют собой растворимые и плавкие реакционноспособные олигомерные продукты, способные под действием отвердителя образовывать сшитые полимеры.

Роль полимеров как конструкционных материалов проявляется с развитием строительства объектов химической промышленности, цветной металлургии, целлюлозно-бумажной и полиграфической промышленности, пищевой и многих других, связанных с использованием разнообразных агрессивных продуктов — органических и неорганических кислот, растворителей, щелочей.

Среди крупнейших потребителей полимерных материалов на одном из первых мест стоит строительная индустрия. Широкому применению полимерных материалов в строительстве способствуют не только высокая химическая стойкость, хорошие декоративные свойства многих из них, но и

сравнительная простота применения, технологичность и другие свойства.

В связи с этим в самых разнообразных отраслях промышленности все ощутимей сказывается отсутствие строительных материалов, которые сочетали бы высокую химическую стойкость с высокой прочностью и долговечностью.

В то же время необходимо отметить, что полимерные материалы, и в том числе синтетические смолы, еще сравнительно дороги и дефицитны.

Поэтому в настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом [27,28].

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Учитывая специфические свойства полимерных материалов (они не подвергаются гниению, коррозии), проблема их утилизации носит прежде всего экологический характер. Общий объём захоронения твёрдых бытовых отходов составляет около 4 млн т в год. От общего уровня отходов перерабатываются только 5...7 % их массы. По данным на 1998 г. в усреднённом составе твёрдых бытовых отходов, поставляемых на захоронение, 8 % составляет пластмасса, т.е. 320 тыс. т в год [29].

Наиболее приемлемым способом переработки полимерных отходов, содержащихся в бытовом мусоре, является их переработка вместе с

мусором: сжиганием, спеканием в блоки с последующим захоронением, вывозом на санитарные контролируемые свалки. Однако при наличии дефицита полимерных материалов предпочтительнее является способ извлечения полимерных отходов из мусора. В настоящее время предпринимаются усилия по выделению из бытового мусора компонентов, которые могут быть использованы в качестве сырья.

В настоящее время существует два основных направления: уничтожение и утилизация. Уничтожение отходов не решает проблем защиты окружающей среды и пополнения сырьевых ресурсов и является временным вынужденным направлением, вызванным недостаточным развитием промышленности утилизации вторичного сырья. Термин «утилизация» включает все направления полезного использования отходов. В настоящее время к уничтожению может быть отнесено только захоронение, разложение и сжигание. Современные установки по сжиганию отходов предусматривают полезное использование выделяющегося тепла.

При захоронении термопластичные отходы играют положительную роль: они практически не разлагаются с выделением газообразных и легко растворимых продуктов, загрязняющих окружающую среду, и могут служить в качестве связующего при прессовании отходов с целью их уплотнения при 100- 150°C.

Наиболее универсальными методами для этих целей являются пиролиз или крекинг пластмассовых отходов. Пиролиз позволяет переработать

смешанные и загрязненные отходы. В результате пиролиза образуются газообразные и жидкие продукты, подобные составу нефти. Обычно пиролиз осуществляется при 400–500 °С, т. е. при более низкой температуре, чем сжигание. В газообразные продукты превращается лишь часть перерабатываемых отходов, часть же превращается в жидкость и твердые остатки. С экономической точки зрения затраты на пиролиз не превышают затраты на сжигание отходов. Путем регулирования температуры пиролиза конечные продукты могут быть, в основном, газообразные или жидкие (масла). Выход масла обычно превышает 50%. Термическое разложение полимеров позволяет во многих случаях получить олигомерные или мономерные соединения, которые после соответствующей очистки могут использоваться для производства высококачественного полимера.

Наряду с методами уничтожения и разложения отходов в последнее время наибольшее внимание уделяется их повторной переработке. Существуют два основных направления в регенерации полимерных материалов из смешанных отходов: прямое термоформование смеси в гранулят и изделия и разделение смеси на основные, составляющие компоненты с последующим их использованием [30].

Захоронение отходов пластмасс на полигонах и свалках, которое пока наиболее широко распространено у нас в стране, может рассматриваться лишь как временная мера их утилизации, так как пластмассы подвергаются

разложению чрезвычайно медленно. При этом методе из сферы возможного полезного использования изымаются тысячи тонн ценного вторичного сырья.

Одним из наиболее простых способов ликвидации пластмассовых отходов является их сжигание с бытовым мусором. Разработаны и продолжают совершенствоваться различные конструкции печей сжигания: подовых, ротационных, форсуночных, с кипящим слоем и др. Предварительное тонкое измельчение и распыление отходов обеспечивают при достаточно высокой температуре практически полное их превращение в CO_2 и H_2O . Однако сжигание некоторых видов полимеров сопровождается образованием токсичных газов: хлорида водорода, оксидов азота, аммиака, цианистых соединений и др., что вызывает необходимость мероприятий по защите атмосферного воздуха. Кроме того, несмотря на значительную тепловую энергию сжигания пластмасс, экономическая эффективность этого процесса является наименьшей по сравнению с другими процессами утилизации пластмассовых отходов. Тем не менее, сравнительная простота организации сжигания определяет довольно широкое распространение этого процесса на практике [31].

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные проводить систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», принятый 22 июля 2008 г., определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения [32].

Источником возгорания может оказаться неисправность и неправильная эксплуатация электроустановок. Возникновение пожара при работе с оборудованием может быть как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении

лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;

б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном, легкодоступном месте.

Пожарная безопасность объектов народного хозяйства, в том числе электрических установок, регламентируется ГОСТ 12.1.004 – 91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [33], а также строительными нормами и правилами, межотраслевыми Типовыми правилами пожарной безопасности на отдельных объектах.

Здание, в котором находится лаборатория, воздвигнуто из устойчивого к воздействию пожара материала, а именно кирпича, и относится к зданиям второй степени огнестойкости.

Согласно ФЗ РФ №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г., статья 32 о классификации зданий, сооружений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности, лаборатория относится к классу Ф4.2 – здания образовательных

организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования [34]. В качестве возможных причин пожаров можно указать следующие:

- различные короткие замыкания;
- опасна перегрузка сетей, влекущая за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта.

Для предупреждения пожаров от короткого замыкания, перегрузок,

необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение требуемого режима эксплуатации электросетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

Мероприятия, необходимые для предупреждения пожаров:

- проведение противопожарного инструктажа;
- соблюдение норм, правил при установке оборудования, освещения, направленных на предупреждение возникновения пожара;
- эксплуатация оборудования в соответствии с техническим паспортом;
- рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования;
- запрещение курения в неустановленном месте.

Для тушения пожаров используются воздушно-механическая пена, углекислый газ, а также галогидрированные углеводороды.

На этаже имеются порошковые огнетушители ОП-4 и углекислотные огнетушители ОУ-5.

4.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

На случай возникновения пожара в лаборатории должны быть в наличии первичные средства тушения пожара. Так как основная опасность – неисправность электропроводки, то при пожаре необходимо немедленно обесточить электросеть в помещении. Главный рубильник должен находиться в легкодоступном месте. До момента выключения рубильника, очаг пожара можно тушить сухим песком или углекислотными огнетушителями. Одновременно с этим необходимо сбить пламя, охватившее горючие предметы, расположенные вблизи проводников.

Водой и химическими пенными огнетушителями горящую электропроводку следует тушить только тогда, когда она будет обесточена.

При возникновении пожара обязанности по его устранению должны быть четко распределены между работниками лаборатории.



Рисунок 11 – План эвакуации из учебной лаборатории 256 корпуса №8

ТПУ при возникновении пожара

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения

безопасности

4.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)

правовые нормы трудового законодательства

Действие норм трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права по кругу лиц, означает, что они распространяются на всех работников (общие нормы) либо охватывают лишь их отдельные категории (специальные нормы). В соотношении общих и специальных норм выражается единство и дифференциация (различие) правового регулирования труда.

Единство проявляется в общих нормах трудового права,

распространяющихся на всех работников и всех работодателей на территории Российской Федерации, что получило свое закрепление, как известно, в Трудовом кодексе.

Все работодатели (физические лица и юридические лица, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности) в трудовых отношениях и иных непосредственно связанных с ними отношениях с работниками обязаны руководствоваться положениями трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права [35,36].

Дифференциация правового регулирования труда (т.е. различие) выражается в специальных нормах, применяемых лишь к определенным работникам, и проводится законодателем, учитывающим в нормах права ее основания. Основаниями дифференциации, создающей специальные нормы (льготы, ограничения), являются:

- вредность и тяжесть условий труда;
- климатические условия Крайнего Севера и приравненных к нему мест;
- субъектные основания: физиологические особенности женского организма (его детородная функция и материнская роль), а также социальная роль одинокой матери (одинокого отца), лиц с семейными обязанностями, психофизиологические особенности неокрепшего организма и характера подростка, ограниченная трудоспособность инвалидов;

- специфика краткой трудовой связи временных и сезонных работников;
- особенность трудовой связи членов производственных кооперативов, членов коллегиального исполнительного органа юридического лица;
- особенности труда в данной отрасли (отраслевая дифференциация), сочетание труда с обучением;
- специфика содержания труда и ответственный характер труда государственных служащих, судей, прокуроров, специфика и ответственность труда работников транспортных отраслей, значение и роль труда в руководстве производством руководителей организаций.

Дифференциация (различие) норм трудового права выражается в специальном законодательстве для некоторых категорий работников, т. е. в специальных нормативных актах трудового права и специальных нормах в общих актах.

Дифференциация трудового права и ее результат – специальное законодательство дает всем работникам равную возможность реализовывать свои конституционные трудовые права, обеспечивая их осуществление особенностями правового регулирования труда (дифференциацией) отдельных категорий работников, нуждающихся в дополнительной защите от производственных вредностей или с учетом характера их труда, трудовой связи.

Виды специальных норм трудового права:

- нормы-льготы, предоставляющие дополнительные гарантии трудовых прав (большинство среди специальных норм);
- нормы-приспособления, подстраивающие общие нормы к данным условиям труда (например, отраслевая дифференциация, т. е. по отраслям народного хозяйства, содержит в основном нормы-приспособления);
- нормы-изъятия (ограничивают права по сравнению с общими нормами для некоторых работников – временных, сезонных, государственных служащих и др.).

4.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ (требуемая точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и др.) [37].

При выполнении работ, требующих общего (периодического) наблюдения за ходом технологического процесса (синтез смол, приготовление компаундов, пропитка смолами наполнителей, прессование и др.), должна быть обеспечена возможность чередования рабочей позы «стоя» с позой «сидя» [38].

Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Выполнение трудовых операций

«часто» и «очень часто» должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля.

При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели исследователя. Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° .

Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности [39].

При выборе помещения надо учитывать, что норма площади служебных помещений должна составлять не менее $4,5 \text{ м}^2$ на одного работника. При выполнении данной научно-исследовательской работы было задействовано

2 человека: научный руководитель и студент-исполнитель. Кроме того принимается во внимание возможность установки и размещения оборудования и, прежде всего, персональных ЭВМ, принтеров, лабораторного оборудования. Поэтому, определив состав и тип предполагаемых к размещению технических средств и вспомогательного оборудования, учитывают суммарную площадь, необходимую для их размещения. Скопление в небольшом помещении большого количества средств автоматизации и механизации значительно изменяет микроклимат в комнате, условия труда и приводит к быстрой утомляемости. Поэтому расчёт площади на одного сотрудника, работающего за дисплеем компьютера, ведётся от нормы 4,5 м² на человека, согласно СанПиН

2.2.2 /2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [40]. Помещение всегда должно быть хорошо проветриваемым или оборудованным кондиционерами. Повышенные требования к вентиляции (скорости воздухообмена) предъявляют скоростные копировальные и печатающие устройства.

Не меньшее значение имеет правильное освещение рабочих мест. Недостаток освещения часто является одной из причин быстрой утомляемости. Наилучшим признано естественное освещение. Свет должен падать слева или спереди. Искусственное освещение рабочих мест может быть общим (светильники расположены на потолке) или местным, когда на

каждом рабочем месте имеется настольная лампа. Оно должно быть достаточным по уровню и равномерности освещения.

При наличии компьютеров для устранения бликов на экране дисплея светильники общего освещения монтируются не на потолке, а в верхней части стенных панелей.

В помещении рекомендуется поддерживать температуру 22–24 °С, а влажность 60-40%.

При размещении рабочего места и оборудования учитываются размеры, рекомендуемые для проходов:

- между отопительными приборами и рабочим столом – 55 см;
- между стеной и столом – 65 см.

Не желательно располагать экран дисплея напротив окон, а работающему на дисплее – сидеть лицом к окнам [41].

Габариты мебели должны соответствовать площади помещения. Она не должна загромождать комнату. Данные требования, предъявляемые для рабочего места, при выполнении научно-исследовательской работы были соблюдены.

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте в учебной аудитории №256 учебного корпуса №8, можно сделать вывод о том, что в данном помещении соблюдаются все требования нормативно-правовых документов, что является подтверждением безопасности данного места работы. Нарушений

экологической безопасности на рабочем месте не выявлено, угрозы для жизни и здоровья людей не наблюдается.

Заключение

В ходе выполнения данной работы проведено исследование термической деструкции эпоксидного полимера при нагревании методом термического анализа.

В процессе работы над выпускной квалификационной работой выполнен обзор литературы по использованию метода термического анализа для исследования свойств полимеров, рассмотрены примеры оборудования для проведения термического анализа.

По результатам термического анализа эпоксидных образцов при нагревании и деструкции были определены значимые идентификационные термоаналитические характеристики – значения температуры при фиксированных потерях массы: $T_{5\%}$, $T_{50\%}$, $T_{90\%}$.

Проведена обработка результатов термического анализа, вычислены погрешности оценки термоаналитических характеристик: для температуры начала термоокислительной деструкции $T_{5\%}$ относительная погрешность составила 13.4 %, а для температуры окончания деструкции относительная погрешность составила 0.71 %. Это следует учитывать при оценке термической стойкости полимерных композитов.

Список литературы

- 1, Егунов В. П. Введение в термический анализ: монография. — Самара, 1996. — 270 с.
- 2, Molecular biology (in Russian). 6. Moscow. 1975. pp. 7–33.
- 3, Coats, A. W.; Redfern, J. P. (1963). "Thermogravimetric Analysis: A Review". *Analyst*. 88 (1053):906-924. Bibcode:1963Ana....88..906C. doi:10.1039/AN9638800906.
- 4, International Confederation of Thermal Analysis and Calorimetry (ICTAC), Nomenclature Committee, Recommendations for names and definitions in thermal analysis and calorimetry, Document IND98030.
- 5, Виноградова С. В., Васнев В. А. Поликонденсационные процессы и полимеры. : М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000, 372 с.
- 6, Волынский, Александр Львович. Как смешать полимеры? // Природа. — 2014. — № 3. — С. 44–52.
- 7, Павлова С.С., Журавлева И.В., Толчинский Ю.И. Термический анализ органических и высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1983. 118 с.
- 8, Горшков В.С. Термография строительных материалов. М.: Стройиздат, 1968. 240 с.
- 9, ГОСТ 10587-84 Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.
- 10, Уэндландт У. Термические методы анализа / Пер. с англ. Под ред. В.А. Степанова, В.И. Берштейна. – М.: Мир, 1978. – 527 с.

- 11, Шестак Я. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ: пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 456 с.
12. Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. – М.: Химия, 1989. – 192 с.
- Ильин А.П., Назаренко О.Б., Тихонов Д.В. и др. Гидроксидные и оксидные порошки – эффективные пламягасящие добавки в полимеры // Проблемы перспективы развития Томского нефтехимического комбината: Тез. докл. 10-го отраслевого совещания. – Томск, 1996. – С. 37.
13. Putkhenpurakalchira Maniyan V., Nazarenko O. B. , Chandran C. S. , Melnikova T. V. , Nazarenko S. Y. , Jin-Chun K. . Effect of electron beam irradiation on thermal and mechanical properties of aluminum based epoxy composites // Radiation Physics and Chemistry. – 2017 – Vol. 136. – p. 17–22.
14. Томишко М.М., Демичева О.В., Данилов В.Д., Покровский Е.М., Скородумов В.Ф. Научная сессия МИФИ-2007. Сборник научных трудов, 2007, т. 9, с. 195–197.
15. Томишко М.М., Демичева О.В., Алексеев А.М., Отарашвили З.А., Томишко А.Г., Клинова Л.Л. Матер. XIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, 23–28 сентября 2007, Москва.
16. Айрапетов Г.А., Безродный О. К., Жолобов А. Л. Строительные

материалы. Учебно-справочное пособие - Издание 4-е, перераб. и доп.
Феникс, – 2009 г.
– 699 с.

17. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. –
2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1979. – 424 с.

18. Черкин И.З., Смехов Ф.М., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и
композиции. – М.: Химия, 1982. – 230 с.

19. Х. Ли, К. Кеввил. Справочное руководство по эпоксидным смолам. –
М.: Энергия, 1973. – 415с.

20. Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушков В.А. Горючесть полимерных
строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1978. – 224с.

21. Воробьев А. Эпоксидные смолы // Компоненты и технологии. – 2003. –
№ 8.
– С. 170–173

22. Ш.Ф. Садыгов, Н. Я. Ищенко Покрытия на основе
модифицированной смолы ЭД 20 // Пластические массы. – 2006 – №6 – с.
34–36.

23. ГОСТ 10587-84 Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные.
Технические условия. – М.: Государственный комитет СССР по
управлению качеством продукции и стандартам. – 20 с.

24. Отвердители для эпоксидных смол [Электронный ресурс]. – URL:
<http://www.chimexltd.com/catalog/category/806>.

25. Павлова С.А., Журавлева И.В., Толчинский Ю.И. Термический

анализ органических и высокомолекулярных соединений – М.: Химия, 1983. – 120 с.

26. Cole R.B. Some tenets pertaining to electrospray ionization mass spectrometry // J. Mass Spectrom. – 2000. – № 35. – P. 763 – 772.

27. Уэндландт У. Термические методы анализа / Пер. с англ. Под ред. В.А. Степанова, В.И. Берштейна. – М.: Мир, 1978. – 527 с.

28. Шестак Я. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ: пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 456 с.

29. Калиткин Н.Н. Аппроксимация: Численные методы. Учеб. пособие для вузов

/ Под ред. Г.М. Лизнева. – М.: «Информационные системы в экономике», 2008. – 400 с.

30. М. М. Томишко, О. В. Демичева, А. М. Алексеев, А. Г. Томишко, Л. Л. Клинова, О. Е. Фетисова. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2008 – № 5 – С. 39–43.

31. ГОСТ 4648 – 2014 (ISO 178:2010) Метод испытания на статический изгиб. – М.: Стандартиформ. – 20 с.

32. ГОСТ 12.1.044–89 Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд-во стандартов. – С. 13–23.

33. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и

- ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
34. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: Учебное пособие. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
35. Томский политехнический университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://portal.tpu.ru/departments/otdel/peo/documents>.
36. Налоговый кодекс РФ от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.04.2017 г.) / гл. 34 НК РФ // Консультант-плюс: справ.-правовая система.
37. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
38. Князевский Б.А. Охрана труда – М.: Высш. шк., 1982. – 320 с.
39. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
40. ГОСТ 12.1.003-80. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов.
41. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергия, 1981. – 590 с.