Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический институт
Кафедра энергетики и транспорта

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00f0dabc630b3e487cf464a20aaf82f994
Владелец: Сапожков Сергей Борисович
Действителен: с 10.02.2023 до 05.05.2024
НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ С.Б. Сапожков
«18» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины (модуля)
Надежность систем промышленных предприятий

по направлению подготовки бакалавриата
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
направленность (профиль) – промышленная теплоэнергетика

СОГЛАСОВАНО
Начальник отдела
обеспечения деятельности ИПТ
_____ О.В. Ушакова
«18» июня 2021 г.

РАЗРАБОТАЛ
Д.т.н, профессор
_____ И.В. Швецов
«18» июня 2021 г.
Принято на заседании кафедры
Протокол № 13 от 18 июня 2021 г.
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Швецов
«18» июня 2021 г.

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Цель учебного модуля - формирование компетенций по методам оценки показателей надежности автоматизированных систем управления и обеспечения необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем управления. Также - дать студентам представления, знания, умения и навыки в вопросах надежности теплоэнергоустановок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности в качестве инженера-промтеплоэнергетика. Задача учебного модуля – знакомство обучающихся с основополагающими знаниями в области анализа, построения альтернативных моделей и расчета характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, способов оптимального резервирования, расчета надежности программного обеспечения автоматических и автоматизированных систем управления.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Изложение материала является базой и основных понятий направления подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника. Знания, полученные в процессе изучения учебного модуля, используются студентами при изучении специальных курсов при подготовке специалистов теплоэнергетиков, при изучении безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы. Модуль базируется на следующих модулях: «Физика», «Теоретическая механика» и «Механика». Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.

3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать особенности систематизации информации, полученной из разных источников и методы ее критического анализа	Уметь выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами, практиками и определять противоречия, возникающие в данных связях и отношениях; применять системный подход в интеллектуальной деятельности	Владеть навыками анализа и синтеза научной информации; навыками логической аргументации выводов и суждений в решении профессиональных задач
ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат,	Знать физические явления и применяет законы механики, термодинамики,	Уметь применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	Владеть математическим аппаратом теории вероятностей и математической

методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	электричества и магнетизма, элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики	моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	статистики, аппаратом численных методов

4 Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	**Всего**	Распределение по семестрам
		6 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	**4**	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	**56**	56
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) *(при наличии)*	**--**	--
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	**88**	88
5. Промежуточная аттестация (*диф.зачет) (АЧ)*	***диф.зачет***	***диф.зачет***

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	**Всего**	Распределение по семестрам
		8 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	**4**	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	**16**	16
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) *(при наличии)*	**-**	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	**128**	128
5. Промежуточная аттестация (*диф.зачет) (АЧ)*	***диф.зачет***	***диф.зачет***

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Раздел №1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности

1.1 Количественные показатели надежности элементов и систем без восстановления

1.2 Функциональные показатели надежности элемента: функция ненадежности элемента, функция надежности элемента, плотность вероятности отказа, интенсивность отказов

1.3 Числовые показатели надежности: средняя наработка до отказа; дисперсия наработки до отказа; гамма-процентный ресурс надежности; вероятность безотказной работы в заданные моменты времени

Раздел №2 Надежность технических элементов. Испытания на надежность

2.1 Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем;

сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями

Раздел №3 Надежность простых технических систем

3.1 Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями

Раздел №4 Расчет надежности локальных технических систем

4.1 Расчет надежности системы с двумя и тремя нагруженными элементами, с групповым нагруженным резервом и с индивидуальным резервом

4.2 Анализ эффективности систем с групповым и индивидуальным резервом

4.3 Анализ эффективности резервирования системы с отказами разного вида

4.4 Расчет надежности мажоритарных систем

Раздел №5 Ремонтопригодность технических элементов

5.1 Функциональные показатели ремонтопригодности; числовые показатели ремонтопригодности; экспоненциальное распределение вероятности восстановления; комплексные показатели ремонтопригодности

Раздел №6 Показатели надежности систем с восстановлением

6.1 Количественные показатели надежности систем с восстановлением: среднее время наработки на отказ, среднее время и интенсивность восстановления, ресурс, срок службы, функция и коэффициент готовности

6.2 Поток восстановлений, определение параметров потока

6.3 Определение функции готовности и коэффициента готовности системы с восстановлением по интенсивностям отказов и восстановления

Раздел №7 Надежность программного обеспечения

7.1 Общие сведения о программном обеспечении; жизненный цикл программного обеспечения, показатели надежности программы и программного обеспечения; понятие работоспособности и отказа программы; понятие ошибки программы; классификация программных ошибок; функциональные и числовые характеристики надежности программного обеспечения

7.2 Модели надежности программы

7.3 Методы повышение надежности программного обеспечения

7.4 Модели введения структурной избыточности в программы

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

Таблица 4.3.1 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеа уд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
1	Введение. Основные понятия и определения теории надежности	2	6		1	12	Контрольный опрос
2	Надежность технических элементов. Испытания на надежность	2	6		1	12	Контрольный опрос
3	Надежность простых технических систем	2	6		1	12	Контрольный опрос
4	Расчет надежности локальных технических систем	2	6		1	12	Контрольный опрос
5	Ремонтопригодность технических элементов	2	6		1	12	Контрольный опрос
6	Показатели надежности систем с восстановлением	2	6		1	14	Контрольный опрос

7	Надежность программного обеспечения	2	6		2	14	Контрольный опрос
	Промежуточная аттестация	***диф.зачет***					
	ИТОГО	**14**	**42**		**8**	**88**	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Общие сведения. Тепловой баланс помещений	2
2.	Системы отопления	2
3.	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха (СКВ)	2
4.	Системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, внутренний водопровод зданий	2
5.	Типы ТЭС и АЭС, общее устройство и требования	2
6.	Атомные электростанции	2
7.	Регенеративный цикл. Показатели экономичности ТЭС и АЭС	2
	ИТОГО	**14**

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Практическое занятие № 1. Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия	6
2.	Практическое занятие № 2. Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия	6
3.	Практическое занятие № 3. Последовательное соединение элементов в систему	6
4.	Практическое занятие № 4. Расчет надежности системы с постоянным резервированием	6
5.	Практическое занятие № 5. Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва	6
6.	Практическое занятие № 6. Расчет надежности системы с поэлементным резервированием	6
7.	Практическое занятие № 7. Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом	6
	ИТОГО	**42**

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7.2.1 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины (модуля) «Надежность систем промышленных предприятий»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит их двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	30	УК-1, ОПК-2
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	30	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	30	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	30	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	30	
6	Контрольный опрос	Все темы раздела № 6	25	
7	Контрольный опрос	Все темы раздела № 7	25	
Промежуточная аттестация				
	Зачет			
	ИТОГО		**200**	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему Определение условной температуры помещения:

Для условной температуры помещения характерно:

а) балкон или лоджия

б) комнаты

в) подвальные помещения

г) чердачные помещения

1) Экзамен

Критерии оценки	*Количество вариантов заданий*	*Количество вопросов*
Количество правильных ответов	3 варианта	20 вопросов
Использование терминологии		
Наличие собственной точки зрения		
Демонстрация знания об основных понятиях дисциплины (модуля)		

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра энергетики и транспорта
Экзаменационный билет № 1

Учебная дисциплина (модуль) **Надежность систем промышленных предприятий**

Для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

1 Количественные показатели надежности элементов и систем без восстановления

2 Анализ эффективности резервирования системы с отказами разного вида

3 Диагностическое оборудование для систем управления

Принято на заседании кафедры 18» июня 2021 г. Протокол № 13

Заведующий кафедрой (И.В.Швецов)

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины (модуля) «Надежность систем промышленных предприятий»

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ	Приме-чание
ДелягинГ.Н.,ЛебедевВ.И. Теплогенерирующие установки: Учебник для вузов-М.: БАСТЕТ,2010.-622с.	все		5	
Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. - 4-е изд., репринт. - М.: БАСТЕТ, 2009. - 52с.: ил. - Библиогр.: с.520-521. - Указ.: 521-522.	все		20	
Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий: [электронный ресурс] Метод. указ. к работам / Сост. Н.А. Бусель; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2002. - 26с. - Библиогр.: с.25. - 4.70.	все		10	Единое окно доступа к обозревательным ресурсам http://window.edu.ru/resource/753/74753

Таблица Б.2 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. на каф.	Примечание
1. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: [электронный ресурс] Рабочая программа/ Авт.-сост. И.В.Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. -Великий Новгород, 2012. 14с.	все		1	http://www.novsu.ru/cms/docs/r.406.cb.tinymceSetUrl/i.406/?id=822601
3. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: [электронный ресурс]Методические указания к контрольным работам/ Авт.-сост. И.В.Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. – 18 с.	Контр. работы	4	90	http://www.novsu.ru/
Газоаналитическое отображение физико-химических явлений: [электронный ресурс]Монография / Авт.сост. И.В.Швецов, Н.В.Дараселия НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. 107с.	все		500	http://www.novsu.ru/

Лист внесения изменений в рабочую программу по модулю
«Надежность систем промышленных предприятий» на 2021/2022 учебный год.

Протокол заседания КЭТ № 7 от 26.02.2021

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитории 4412, 4423 для проведения лекционных и практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		помещение для самостоятельной работы 4421 (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран
3.	Программное обеспечение	

Наименование программного продукта	**Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)**	**Дата выдачи**
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

Приложение В

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Наименование ресурса	**Договор**	**Срок договора**
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей)http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru Коллекция: Легендарные книги	Договор №63/юс от 20.03.2018	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 4431/05/ЕП(У)21 от 17.03.2021	31.12.2021
Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com	Договор № 37/ЕП(У)21 от 17.03.2021	11.01.2022
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022

Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prlib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю)www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой И.В.Швецов

18» июня 2021 г. Протокол № 13

Приложение Г
(обязательное)

Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины (модуля) «Надежность систем промышленных предприятий»

Рабочая программа актуализирована на 2021/2022 учебный год.
Протокол № заседания кафедры от «»_____ 202 г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой_____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ___ заседания кафедры от «___»_____ 20___ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой_____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ___ заседания кафедры от «___»_____ 20___ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой_____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись