



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
О.С. Логунова

02.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ***

Научная специальность

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

26.01.2023 г., протокол № 7

Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ
02.02.2023 г., протокол № 4

Председатель _____ О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ПИСЗ, канд. техн. наук _____ М.Ю. Наркевич

Рецензент:

Директор ООО "НПО Надежность",
канд. техн. наук

_____ И.В. Матвеев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы прогнозирования сроков службы строительных конструкций» являются: подготовка аспиранта к решению профессиональных, научно-исследовательских и научно-педагогических задач, формирование знаний о теоретических основах методов прогнозирования сроков службы и надежности стальных строительных конструкций в соответствии с требованиями ФГТ по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы прогнозирования сроков службы строительных конструкций» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-2	Способен осуществлять разработку и оптимизацию конструктивных решений зданий и сооружений с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования
КНС-3	Владеет методологией создания и развития эффективных методов расчета вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций наиболее полно учитывающих специфику возведения на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности
КНС-4	Владеет методами оценки надежности строительных конструкций, зданий и сооружений, прогнозирования сроков их службы, безопасности при чрезвычайных ситуациях и запроектных воздействиях

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Современное состояние проблемы расчета срока службы конструкций					
1.1 Срок службы и методы расчета строительных конструкций	3	1	1,5	1,5	Устный опрос Проверка практической работы
1.2 Эксплуатационные режимы нагружения металлических конструкций и их моделирование		1	1,5	1,5	Устный опрос Проверка практической работы
1.3 Прогнозирование срока службы элементов металлических конструкций и механика разрушения		1	1,5	1,5	Устный опрос Проверка практической работы
1.4 Концепция КИН и зависимости роста усталостных трещин		1	1,5	1,5	Устный опрос Проверка практической работы
Итого по разделу		4	6	6	
2. Кинетика напряженно-деформированного состояния в зонах конструктивной концентрации и разрушение элементов конструкций					
2.1 Кинетика напряженно-деформированного состояния в зоне концентрации напряжений сварных соединений при статическом и циклическом нагружениях	3	2		3	Устный опрос
2.2 Приближенная оценка коэффициентов концентрации напряжений и деформаций в упругопластической стадии деформирования		2		3	Устный опрос
Итого по разделу		4		6	
3. Предельные состояния расчетных сечений элементов конструкций с макротрещинами					
3.1 Статическая и циклическая трещиностойкость строительных сталей и сварных соединений	3	2	3	3	Устный опрос Проверка практической работы
3.2 Определение коэффициента интенсивности напряжений: аналитические		2	3	3	Устный опрос Проверка практической работы
Итого по разделу		4	6	6	

4. Влияние на скорость роста усталостных трещин режима нагружения, эксплуатационных и технологических факторов					
4.1 Влияние частоты нагружения, температуры испытаний	3	2	1,5	3	Устный опрос
4.2 Влияние остаточных сварочных напряжений		2	1,5	3	Устный опрос
Итого по разделу		4	3	6	
5. Прогнозирование срока службы элементов металлоконструкций с трещиноподобными дефектами с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования					
5.1 Прогнозирование срока службы и теория надежности	3	1	2	2	Устный опрос Проверка практической работы
5.2 Прогнозирование срока службы на стадиях проектирования и эксплуатации с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования		2	2	2	Устный опрос Проверка практической работы
5.3 Подходы к прогнозированию надежности		2	2	2	Устный опрос Проверка практической работы
Итого по разделу		5	6	6	
Итого за семестр		21	21	30	зачёт
Итого по дисциплине		21	21	30	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:

1. Ерышев, В. А. Методы и средства диагностики строительных конструкций зданий и сооружений : учебное пособие / В. А. Ерышев, Е. В. Латышева. — Тольятти : ТГУ, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-8259-1518-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157030> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Управление риском и конструкционная безопасность строительных объектов : учебное пособие / А. П. Мельчаков, Д. А. Байбурин, Е. В. Шукутина, А. Х. Байбурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3847-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206954> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Славчева, Г. С. Системная диагностика качества строительных материалов : учебное пособие для вузов / Г. С. Славчева. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-5597-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152598> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей

б) Дополнительная литература:

1. Пантелеенко, Ф. И. Методология оценки состояния материала ответственных металлоконструкций : монография / Ф. И. Пантелеенко, А. С. Снарский. — Минск : БНТУ, 2010. — 196 с. — ISBN 978-985-525-570-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174842> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Смирнов, В. Н. Основы научных исследований в мостостроении : учебное пособие / В. Н. Смирнов, А. А. Белый, Д. А. Шестовицкий. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 53 с. — ISBN 978-5-7641-1072-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111745> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Тамразян, А. Г. Методические основы подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) по строительным наукам : учебное пособие / А. Г. Тамразян. — 2-е изд. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 232 с. — ISBN 978-5-7264-2153-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149239> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
STARK ES УВ в.2014	Д-894-14 от 14.07.2014	бессрочно
Лица САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

Приложение

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

КНС-2 Способен осуществлять разработку и оптимизацию конструктивных решений зданий и сооружений с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования

Теоретические вопросы:

1. Сформулируйте концепцию КИН и зависимости роста усталостных трещин.
2. Опишите влияние асимметрии цикла нагружения на скорость роста усталостных трещин.
3. Опишите влияние сжимающей части цикла нагружения на скорость роста усталостных трещин.
4. Опишите влияние перегрузок на скорость роста усталостных трещин.
5. Сформулируйте и раскройте сущность подходов, используемых для прогнозирования усталостной долговечности металлических конструкций.
6. Опишите кинетику напряженно-деформированного состояния в зоне концентрации напряжений сварных соединений при статическом и циклическом нагружениях.
7. Назовите автоматизированные средства исследования и проектирования для оценки коэффициентов концентрации напряжений и деформаций в упругопластической стадии деформирования несущих металлических конструкций зданий и сооружений

КНС-3 Владеет методологией создания и развития эффективных методов расчета вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций наиболее полно учитывающих специфику возведения на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности

Теоретические вопросы:

1. Опишите процесс зарождения усталостных трещин при циклическом упругопластическом деформировании.
2. Охарактеризуйте статическую и циклическую трещиностойкость строительных сталей и сварных соединений.
3. Раскройте сущность определения коэффициента интенсивности напряжений аналитическими, численными, экспериментальными и инженерными методами.
4. Охарактеризуйте влияние частоты нагружения на скорость роста усталостных трещин.
5. Охарактеризуйте влияние температуры испытаний на скорость роста усталостных трещин.
6. Охарактеризуйте влияние остаточных сварочных напряжений на скорость роста усталостных трещин.

Практические задания:

Визуализируйте этапы и структуру своей предполагаемой кандидатской диссертации по направлению «Техника и технологии строительства»:

- введение;
- главу первую;
- выводы по первой главе;
- главу вторую;
- выводы по второй главе;
- главу третью;
- выводы по третьей главе;
- заключение;
- список информационных источников;
- приложение.

Работа выполняется на формате А4, цветом ручным или компьютерным исполнением.

Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:

1. Тонкостенный цилиндрический сосуд, заполнен газом под давлением p . Пусть длина его цилиндрической части L , радиус цилиндра и доньев R , толщина стенок сосуда h . В сосуде имеется трещина длины l и R , расположенная под углом β к круговому направлению. Найти коэффициент интенсивности напряжений K_I в вершинах трещины.

2. Деталь конструкции работает при рабочем напряжении $S = \dots$ МПа (табл. 1):

а) определите надежность работы конструкции, если в этой детали, изготовленной из материала с вязкостью разрушения $K_{Ic} = \dots$ МПа $m^{1/2}$, имеется трещина длиной $2c = \dots$ мм;

б) дайте сравнительную характеристику энергетических и силовых параметров вязкости разрушения;

в) опишите методику определения вязкости разрушения при плоской деформации.

Таблица 1

№ варианта	S, МПа	K_{Ic} , МПа \cdot м ^{1/2}	2c, мм
1	190	20	6,0
2	375	40	10,0
3	400	60	5,0
4	625	80	6,5
5	1150	100	3,0
6	225	25	4,0
7	500	50	3,5
8	975	75	1,5
9	250	15	1,0
10	425	35	3,8

КНС-4 Владеет методами оценки надежности строительных конструкций, зданий и сооружений, прогнозирования сроков их службы, безопасности при чрезвычайных ситуациях и запроектных воздействиях**Примерные практические задания:**

1. Выполнить прогноз срока службы элемента из двух уголков, соединенных тавром стальной фермы с подвесным краном на стадии зарождения усталостной трещины.

Исходные данные задачи:

- сталь 10Г2С1;

- коэффициент асимметрии цикла $R = 0,2$;

- максимальные номинальные уровни нагружения $\bar{\sigma}_n = \sigma_n / \sigma_T = 0,175$;

2. Выполнить прогноз срока службы элемента из двух уголков, соединенных тавром стальной фермы с подвесным краном на стадии роста усталостной трещины Исходные данные задачи:

- сталь 10Г2С1;

- коэффициент асимметрии цикла $R = 0,2$;

- максимальные номинальные уровни нагружения $\bar{\sigma}_n = \sigma_n / \sigma_T = 0,231$;

- начальная длина трещины $l_0 = 3$ мм.

3. Выполнить прогноз срока службы железобетонного элемента по скорости по деградации (карбонизации) защитного слоя бетона по ГОСТ Р 52804-2007. Исходные данные задачи:

- $D_{эф} = 0,4 \times 10^4 \text{ см}^2/\text{с}$;

- толщина защитного слоя бетона 2,5 см;

- концентрация углекислого газа в атмосфере 0,03%;

- содержание цемента 0,38 г/см³;

- количество основных оксидов в пересчете на СаО 0,6;

- степень нейтрализации бетона 0,6.

4. На основе лабораторных данных выполнить прогноз срока службы железобетонного элемента от начала инициирования коррозии до начала трещинообразования. Исходные данные задачи:

- диаметр арматурных стержней – 20 мм;

- толщина защитного слоя – 30 мм;

- скорость коррозии, 10^{-4} г/см²/день.

Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:

1. Выполнить прогноз срока службы элемента из двух уголков, соединенных тавром стальной фермы с подвесным краном. Исходные данные задачи: $\sigma_{max} = 160$ МПа; $\sigma_{min} = 25$ МПа; количество циклов нагружения в сутки – 150.

2. Выполнить прогноз срока службы элемента. Конструктивная форма элемента - №16 таблица К.1 СП 16.13330.2011. Модель схематизации процесса нагружения элемента - блочное. Исходные данные задачи:

- 1 ступень $\sigma_{max} = 50$ МПа; $\sigma_{min} = 5$ МПа; количество циклов нагружения в сутки - 50;

- 2 ступень $\sigma_{max} = 117,5$ МПа; $\sigma_{min} = 17$ МПа; количество циклов нагружения в сутки - 60;

- 3 ступень $\sigma_{max} = 130$ МПа; $\sigma_{min} = 12,5$ МПа; количество циклов нагружения в сутки - 50;

- 4 ступень $\sigma_{max} = 157,5$ МПа; $\sigma_{min} = 20$ МПа; количество циклов нагружения в сутки - 50;

- 5 ступень $\sigma_{max} = 180$ МПа; $\sigma_{min} = 25$ МПа; количество циклов нагружения в сутки - 40.