



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАИ
О.С. Логунова

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ***

Направление подготовки (специальность)
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Теория и проектирование зданий и сооружений

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт строительства, архитектуры и искусства |
| Кафедра | Проектирования зданий и строительных конструкций |
| Курс | 2 |
| Семестр | 3 |

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования зданий и строительных конструкций
12.02.2020, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ В.Б. Гаврилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ
17.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПЗиСК, канд. техн. наук _____ Емельянов О.В.

Рецензент:

Директор НПО «Надежность», канд. техн. наук _____ Матвеев И.В.



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Проектирования зданий и строительных

Протокол от 10 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой _____ В.Б. Гаврилов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования зданий и строительных

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ В.Б. Гаврилов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины Надежность и долговечность строительных конструкций является формирование у магистрантов профессиональных знаний в области расчета элементов строительных конструкций на надежность, умение определять вероятность отказа конструкций существующими методами надежности, строить вероятностные модели прочности конструкций и воздействий на конструкции, заданных в виде случайных величин и случайных процессов.

Задачами дисциплины являются формирование у магистрантов:

- системных знаний о современном состоянии теории и методах вероятностных расчетов конструкций и оценки их надежности;
- навыков использования вероятностных методов теории надежности при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений;
- знания особенностей расчета зданий и сооружений на в вероятностной постановке с использованием современных вычислительных комплексов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Надежность и долговечность строительных конструкций входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Прикладная математика

Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надежность и долговечность строительных конструкций» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 | Умение формировать конструктивную систему и расчетные схемы зданий, сооружений и их элементов; выполнять расчеты несущей способности строительных конструкций в программном комплексе; осуществлять анализ полученных расчетных данных |
| ПК-1.1 | Выполняет расчет несущей способности и подбирает сечение элементов конструкций при помощи программных комплексов |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
| <p>Моделирование воздействий.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Постоянные нагрузки. - Временные нагрузки на перекрытия и покрытия. - Снеговые нагрузки. - Ветровые нагрузки. - Крановые нагрузки. - Сочетания нагрузок. | 3 | | | 6/4И | 20 | <p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p> | <p>Устный опрос</p> <p>Проверка практической работы</p> | ПК-1.1 |
| Итого по разделу | | | | 6/4И | 20 | | | |
| 3 Изменчивость свойств строительных материалов | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Строительные стали. - Бетоны. Строительные растворы. - Кирпич и каменная кладка. - Древесина. - Грунты. | 3 | | | 4/2И | 22 | <p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p> | <p>Устный опрос</p> <p>Проверка практической работы</p> | ПК-1.1 |
| Итого по разделу | | | | 4/2И | 22 | | | |
| 4 Расчет строительных конструкций на надежность | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--------|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Метод двух моментов. - Метод горячих точек. - Метод статистических испытаний. -Метод Монте-Карло. - Последовательное соединение элементов. Параллельное соединение элементов. - Вероятностный расчет методом предельного равновесия. - Неопределенность расчетных моделей конструкций. - Изменчивость несущей способности изгибаемой конструкции. - Живучесть здания при аварийном отказе колонны. | 3 | | | 8/2И | 20 | <p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p> | <p>Устный опрос</p> <p>Проверка практической работы</p> | ПК-1.1 |
| Итого по разделу | | | 8/2И | 20 | | | | |
| Итого за семестр | | | 22/10И | 84 | | экзамен | | |
| Итого по дисциплине | | | 22/10И | 84 | | экзамен | | |

5 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении магистрантов дисциплине «Надежность и долговечность строительных конструкций» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к магистранту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция и практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности магистрантов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: практическое занятие в форме практикума.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Применяемые формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: практическое занятие «обратной связи» – практическое занятие -беседа, практическое занятие -дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: практическое занятие в форме презентации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Вероятностные методы в анализе надежности и живучести сооружений [Электронный ресурс] / В.Д. Райзер - М. : Издательство АСВ, 2018. – 396 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302540.html> - Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Мкртычев О.В., Теория надежности в проектировании строительных конструкций / Мкртычев О.В., Райзер В.Д. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 908 с. - ISBN 978-5-4323-0189-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301895.html> (дата обращения: 27.10.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Надежность стальных конструкций производственных зданий [Электронный ресурс] : Монография / С.Ф. Пичугин - М. : Издательство АСВ, 2011. – 456 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938111.html> - Загл. с экрана.

в) Методические указания:

1. Моисеенко Р.П. Начальная надёжность элементов строительных конструкций: методические указания – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 23 с. - URL : <http://mechanicsrgsu.narod.ru/sur/mois2.pdf>

2. Андреева Н.В, Вероятностные методы расчета и оценка надежности строительных конструкций: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Вероятностные методы расчета и оценка надежности строительных конструкций»; СГТУ - Балаково, 2011 . - 22 с. - URL : <https://docplayer.ru/42429231-Veroyatnostnye-metody-rascheta-i-ocenka-nadezhnosti-stroitelnyh-konstrukciy.html>

3. Хитрова И.Д., Практикум по математике. Случайные события и вероятности. Случайные величины : учебно-методическое пособие / Хитрова И.Д., Дубовик В.И. - Омск : Изд-во СибГУФК, 2014. - 32 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/sibgufk_018.html (дата обращения: 29.10.2020). - Режим доступа : по подписке.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| STATISTICA в.6 | К-139-08 от 22.12.2008 | бессрочно |
| Лица САПР 2014 | Д-780-14 от 25.06.2014 | бессрочно |
| STARK ES УВ в.2014 | Д-894-14 от 14.07.2014 | бессрочно |
| МОНОМАХ САПР 2014 | Д-780-14 от 25.06.2014 | бессрочно |
| 7Zip | 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/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оборудование: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оборудование: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Самостоятельная работа включает в себя изучение поиск дополнительной информации по изучаемым темам (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями), подготовку к лекционным и практическим занятиям. Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Надежность и долговечность строительных конструкций» магистранту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

Аудиторная самостоятельная работа магистрантов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

Примерные аудиторские практические работы (АПР):

АПР №1 При общем коэффициенте запаса $m_k=1,4$ и коэффициентах вариации нормально распределенных растягивающих напряжений в стенке резервуара и прочности бетона $v_f=0,12$ и $v_r=0,135$ соответственно определить вероятность отказа в виде образования трещины.

АПР №2 Элемент стальной фермы в результате изменчивости нагрузки F по нормальному закону испытывает растягивающие напряжения с параметрами $m_t=246$ МПа и $s_t=28$ МПа. Среднее значение прочности стали составляет $m_r=350$ МПа. Определить максимальное значение среднего квадратичного отклонения прочности, при котором гарантируется вероятность безотказной работы не менее $P=0,999$.

АПР №3 Определить требуемый общий коэффициент запаса m_k при коэффициентах вариации нормально распределенных растягивающих напряжений в стенке резервуара и прочности бетона $v_f=0,12$ и $v_r=0,135$ соответственно.

АПР №4 Вероятностные модели нагрузок и воздействий на сооружения. Определить скорость ветра из условий повторяемости 1 раз в 5 и 50 лет по срочным наблюдениям по флюгеру 4 раза в сутки для метеостанции «Магнитогорск». Статистические данные приведены в таблице.

| Интервал, м/с | 0-1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 |
|------------------|------|------|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Повторяемость, % | 32,3 | 14,8 | 16,3 | 12,2 | 8,2 | 4,4 | 6,6 | 1,8 | 2,7 | 0,7 |

АПР №5 Вероятностные модели нагрузок и воздействий на сооружения. Определить скорость ветра из условий повторяемости 1 раз в 5 и 50 лет по месячным максимумам скоростей ветра для метеостанции «Магнитогорск». Статистические данные приведены в таблице.

| Интервал, м/с | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Число случаев n_i | 2 | 10 | 40 | 26 | 101 | 105 | 9 | 2 | 3 |

АПР №6 Вероятностные модели нагрузок и воздействий на сооружения. Определить нормативное значение снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли по результатам измерения максимальных за зиму запасов воды в снежном покрове для метеостанции Озерки Ленинградской области.

| Годы зим | 1949/50 | 1950/51 | 1951/52 | 1952/53 | 1953/54 | 1954/55 | 1955/56 | 1956/57 | 1957/58 |
|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Максимальный запас воды в снежном покрове, Па | 1080 | 1010 | 1110 | 1490 | 680 | - | - | 780 | 1010 |
| Годы зим | 1958/59 | 1959/60 | 1960/61 | 1961/62 | 1962/63 | 1963/64 | 1964/65 | 1965/66 | 1966/67 |
| Максимальный запас воды в снежном покрове, Па | 1640 | 990 | 860 | 1050 | 860 | 650 | 1090 | 1900 | 950 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Годы зим | 1949/50 | 1950/51 | 1951/52 | 1952/53 | 1953/54 | 1954/55 | 1955/56 | 1956/57 | 1957/58 |
| Годы зим | 1967/68 | 1968/69 | 1969/70 | 1970/71 | 1971/72 | 1972/73 | 1973/74 | 1974/75 | 1975/76 |
| Максимальный запас воды в снежном покрове, Па | 1050 | 850 | 1080 | 1280 | 510 | 610 | 1040 | 300 | 970 |
| Годы зим | 1976/77 | 1977/78 | | | | | | | |
| Максимальный запас воды в снежном покрове, Па | 1090 | 740 | | | | | | | |

АПР №7 Статистический характер прочности материалов. Определить класс бетона по результатам испытаний бетонных образцов. В таблице приведены результаты испытаний.

| | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Номер опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Прочность, МПа | 16,2 | 18,0 | 16,4 | 15,5 | 15,7 | 17,2 | 14,8 | 15,8 |
| Номер опыта | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Прочность, МПа | 18,4 | 16,8 | 16,1 | 15,7 | 18,0 | 19,2 | 16,9 | 16,3 |
| Номер опыта | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Прочность, МПа | 16,3 | 15,5 | 16,6 | 16,7 | 17,1 | 16,3 | 16,0 | 16,9 |
| Номер опыта | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Прочность, МПа | 16,6 | 16,7 | 14,8 | 16,1 | 16,4 | 17,0 | 14,9 | 17,2 |
| Номер опыта | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Прочность, МПа | 17,9 | 18,1 | 18,4 | 15,8 | 16,3 | 17,2 | 16,0 | 15,7 |
| Номер опыта | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| Прочность, МПа | 19,3 | 15,1 | 16,3 | 17,2 | 15,0 | 16,1 | 18,3 | 16,0 |
| Номер опыта | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 |
| Прочность, МПа | 16,9 | 19,1 | 16,3 | 17,7 | 18,8 | 13,6 | 15,9 | 18,3 |
| Номер опыта | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| Прочность, МПа | 15,8 | 17,0 | 18,1 | 16,1 | 16,4 | 19,0 | 15,8 | 18,2 |
| Номер опыта | 65 | 66 | 67 | | | | | |
| Прочность, МПа | 16,0 | 16,0 | 18,4 | | | | | |

АПР №8 Вычисления вероятности отказа. Метод двух моментов. Определить толщину сферической оболочки радиусом R , нагруженную внутренним давлением q , соответствующую уровню надежности $P_s=0,97712$, $\beta=2$.

АПР №9 Вычисления вероятности отказа. Метод двух моментов. Вычислить вероятность отказа внецентренно-сжатой стальной сварной двутавровой стойки. Геометрические характеристики сечения $I_x=1920 \text{ см}^4$; $W_x=240 \text{ см}^3$; $A=48 \text{ см}^2$. Эксцентриситет силы $e=1,2 \text{ см}$. Нагрузка распределена по закону Гумбеля. Параметры распределения $\alpha=5 \times 10^5 \text{ Н}$, $\beta=6 \times 10^4 \text{ Н}$. Предел текучести распределен по логарифмически нормальному закону $\bar{\sigma}_T=3 \times 10^8 \text{ Па}$, $S_{\sigma_T}=3 \times 10^7 \text{ Па}$.

АПР №10 Вычисления вероятности отказа. Метод горячих точек. Вычислить вероятность отказа внецентренно-сжатой стальной сварной двутавровой стойки. Исходные данные взять из задачи №6.

АПР №11 Вычисления вероятности отказа. Метод Монте-Карло. Вычислить вероятность отказа внецентренно-сжатой стальной сварной двутавровой стойки. Исходные данные взять из задачи №6.

АПР №12 Надежность внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых стержней. Получить зависимость уровень напряжений в внецентренно-сжатой стойке – гибкость при условии, что для сечения стойки частота появления отказов не превысит 0,00135. Длина стойки 3 м. Материал сталь С245. Относительный эксцентриситет приложения нагрузки, предел текучести, продольная сила распределены нормально: $\bar{m}_e=1,5$; $v_e=0,1$; $\bar{\sigma}_T=305,25$ МПа, $S_{\sigma_T}=25$ МПа; $v_N=0,32$. Стандарт отклонения случайного, распределенного по нормальному закону, равен $S_{e_0}=0,1\rho$, где $\rho=W/A$.

АПР №13 Надежность внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых стержней. Получить методом статистических испытаний зависимость математическое ожидание продольной силы – высота стойки прямоугольного сечения при условии, что для сечения стойки частота появления отказов не превысит 0,00135. Материал сталь С245: $\bar{\sigma}_T=305,25$ МПа, $S_{\sigma_T}=25$ МПа. Продольная и поперечная нагрузки, распределенные по нормальному закону, связаны между собой зависимостью $\bar{q} = 2\xi\bar{N}/l$; $l=300$ см; $\xi=0,005$; $v_N=0,32$; $v_q=0,3$.

АПР №14 Надежность внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых стержней. Вычислить надежность ж/б стержня квадратного сечения: $h=b=30$ см. Длина стержня 480 см. Коэффициент армирования 0,25. Характеристики бетона и арматуры распределены по нормальному закону: $\bar{R}_s=466,5$ МПа; $S_{R_s}=45,7$ МПа; $\bar{R}_b=19,2$ МПа; $S_{R_b}=2,59$ МПа/ Случайный эксцентриситет распределен по нормальному закону $e_0=0$, $S_{e_{отн}}=0,34$, $e_{отн}=e_0/\rho$.

АПР №15 Надежность стержневых систем. Рассчитать вероятность отказа стальной фермы за период 50 лет. Шаг ферм 6 м. Материал С245. Район строительства Озерки Ленинградской области.

АПР №16 Вероятностный расчет средней колонны многоэтажного здания со стальным каркасом. Рассчитать вероятность отказа средней колонны 7-ми этажного общественного здания (размеры в плане в осях 18×18 м, высота этажа 4,8 м) за период 50 лет. Материал каркаса С245. Район строительства г. Магнитогорск. Стеновые навесные панели из легкого бетона. Перекрытие и покрытие сб. ж/б панели. Статические расчеты рекомендуется выполнять на ЭВМ с использованием современных программных комплексов («ЛИРА», «МОНОМАХ-САПР», и др.).

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора | Индикаторы достижения компетенций | Оценочные средства |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1– Умение формировать конструктивную систему и расчетные схемы зданий, сооружений и их элементов; выполнять расчеты несущей способности строительных конструкций в программном комплексе; осуществлять анализ полученных расчетных данных | | |
| ПК-1.1 | Выполняет расчет несущей способности и подбирает сечение элементов конструкций при помощи программных комплексов | <p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятия случайной функции, случайной величины, случайного события, вероятности, частоты. Классификация случайных событий. Сумма и произведение событий. 2. Теоремы сложения случайных событий. 3. Теоремы умножения случайных событий. 4. Способы представления распределений случайных величин: неупорядоченная и упорядоченная последовательности, числовая ось, гистограмма, статистический ряд. Плотность и функция распределения. 5. Числовые характеристики случайных величин: среднее, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, эксцесс, медиана, мода, коэффициент корреляции. 6. Законы распределения случайных величин: равномерной плотности, Пуассона, нормальный, Вейбулла, Гумбеля. 7. Порядок выравнивания распределений случайных величин, критерии согласия. Их сущность. 8. Законы распределения прочности материалов конструкций. Обеспеченность прочности. 9. Характеристики распределения случайных нагрузок. Вероятностная модель ветровой нагрузки. 10. Анализ случайного процесса накопления снега. Период повторяемости расчетного значения снеговой нагрузки и вероятность его превышения. Вероятностная модель снеговой нагрузки. 11. Общие положения теории надежности строительных конструкций. |

| Код индикатора | Индикаторы достижения компетенций | Оценочные средства |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>12. Основные понятия теории надежности: отказ, дефекты, надежность как комплексное качество. Количественные характеристики надежности: резерв прочности, вероятность отказа, надежность, характеристика безопасности, логарифмический показатель надежности, коэффициент запаса прочности</p> <p>13. Статистическое описание прочности материалов и нагрузок на здания и сооружения. Понятие расчетной нагрузки и нормативного сопротивления. Обеспеченность.</p> <p>14. Основные положения метода предельных состояний, использование в нормах проектирования статистических и вероятностных методов.</p> <p>15. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности последовательно соединенных элементов</p> <p>16. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности параллельно соединенных элементов</p> <p>17. Расчет надежности конструкций из совокупности параллельно и последовательно соединенных элементов</p> <p>18. Вероятностный расчет надежности конструкции по величине коэффициента запаса прочности.</p> <p>19. Классификация случайных функций. Числовые характеристики случайной функции: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение.</p> <p>20. Вероятность превышения случайным процессом заданного уровня.</p> <p>21. Общие понятия о моделировании случайных функций.</p> <p>22. Теория выбросов.</p> <p>23. Определение вероятностных характеристик прочности материалов и нагрузок по нормативным параметрам.</p> <p>24. Статистические особенности изменчивости прочности бетона.</p> <p>25. Статистические особенности изменчивости прочности стали.</p> <p>26. Статистические особенности изменчивости прочности древесины.</p> <p>27. Статистические особенности изменчивости прочности грунтов основания.</p> <p>28. Случайные параметры при расчете строительных конструкций на надежность.</p> <p>29. Оценка надежности статически определимой балки методом двух моментов.</p> <p>30. Определение вероятности отказа внецентренно сжатого стержня методом статистической линеаризации.</p> <p>31. Оценка надежности внецентренно сжатого стержня методом статистических</p> |

| Код индикатора | Индикаторы достижения компетенций | Оценочные средства | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---|----|----|----|-----|-----|----|---|---|
| | | испытаний. 32. Сравнительный анализ существующих методов оценки надежности. 33. Закон распределения прочности бетона, вероятностные параметры распределения. 34. Метод статистической линеаризации. 35. Метод горячих точек. 36. Метод статистических испытаний. 37. Определение вероятности отказа конструкции на основе теории выбросов случайных функций. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПК-1.1 | Выполняет расчет несущей способности и подбирает сечение элементов конструкций при помощи программных комплексов | Примерные практические задания: 1. Имеется выборка $n=6$ опытных значений несущей способности свай: $F_d = 300, 320, 280, 350, 360, 310$ кН. Найти среднее значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации 2. Для армирования плиты необходимо выбрать стержни диаметром 12 и 18 мм. Россыпь имеются в равном количестве стержни диаметрами 12, 14, 18, 22 мм. Найти вероятность, что первый взятый наугад стержень будет нужного диаметра. 3. Из каждой сотни перерывов в работе мостового крана в пролете цеха 22 происходит из-за превышения допустимых прогибов подкрановых балок, 31 - из-за растыковки подкрановых рельсов, 27 - из-за неисправности в подаче электроэнергии, а остальные перерывы - из-за прочих причин. Определить вероятность перерыва в работе крана из-за прочих причин. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПК-1.1 | Выполняет расчет несущей способности и подбирает сечение элементов конструкций при помощи программных комплексов | Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания: 1. Определить скорость ветра из условий повторяемости 1 раз в 10 по месячным максимумам скоростей ветра. Статистические данные приведены в таблице. <table border="1" data-bbox="1016 1043 2123 1161"> <thead> <tr> <th>Интервал, м/с</th> <th>8-9</th> <th>10-11</th> <th>12-13</th> <th>14-15</th> <th>16-17</th> <th>18-20</th> <th>21-24</th> <th>25-28</th> <th>29-34</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число случаев n_i</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>48</td> <td>20</td> <td>121</td> <td>135</td> <td>11</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> 2. Определить величину среднего коэффициента запаса для стальной конструкции по ветровой нагрузке, если известно: $v_f=0,3$; $\mu_f=1$; $v_r=0,08$ 3. При общем коэффициенте запаса $\bar{k}=1,4$ и коэффициентах вариации нормально распределенных напряжений в растянутой стенке резервуара $v_q=0,12$ и прочности бетона на растяжений $v_r=0,135$ определить вероятность отказа в виде образования трещин. | Интервал, м/с | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 | Число случаев n_i | 4 | 12 | 48 | 20 | 121 | 135 | 11 | 4 | 3 |
| Интервал, м/с | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 | | | | | | | | | | | | | |
| Число случаев n_i | 4 | 12 | 48 | 20 | 121 | 135 | 11 | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | |

| Код индикатора | Индикаторы достижения компетенций | Оценочные средства |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>4. Элемент стальной фермы в результате изменчивости нагрузки по нормальному закону испытывает растягивающие напряжения с параметрами $\bar{\sigma}_t=315$ МПа и $S_\sigma=22$ МПа. Среднее значение прочности стали составляет 375 МПа. Определить максимальное значение среднеквадратического отклонения стали, при по котором вероятность безотказной работы равна 0,98.</p> |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Надежность и долговечность строительных конструкций» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.