



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория
надежности строительных конструкций»

Владивосток
2022

Для дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Письменные работы

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по

дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 3 вопроса.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамену, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносятся только записи «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «неудовлетворительно» вносится только в

экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Понятия надёжности и долговечности (качественное и количественное истолкование), отказа, безотказности. Взаимосвязь надёжности и долговечности. Изменение надёжности во времени.
2. Возможные пути управления надёжностью и долговечностью сооружений и конструкций.
3. Основные задачи теории надёжности и принципиальные пути их решения.
4. Основные виды и классификация случайных величин, влияющих на надёжность и долговечность строительных конструкций.
5. Стохастическая природа основных видов случайных расчётных параметров строительных конструкций (воздействия, физико-механические характеристики материалов, геометрические параметры); общая характеристика их вероятностных свойств.
6. Функциональные и числовые статистические характеристики расчётных параметров.
7. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности строительных конструкций; её сущность и основные задачи (прямая, обратная, синтез стохастической системы, оптимизационная).
8. Особенности формирования вероятностной расчётной модели сооружения (конструкции).
9. Расчётные параметры конструкции как компоненты случайного вектора. Характеристики многомерной случайной величины.
10. Определение функциональных и численных характеристик случайного вектора выходных параметров в вероятностных расчётах конструкций через стохастические характеристики вектора входных параметров (понятие об аналитическом решении).

11. Основные прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации и метод статистических испытаний (статистического моделирования), их сравнительный анализ, области рационального применения.

12. Формула метода статистической линеаризации для определения дисперсии случайной величины, являющейся функцией случайного вектора (общий вид и вариант для статистически независимых компонентов вектора аргументов).

13. Решение прямой задачи вероятностного расчёта усилий, напряжений и перемещений конструкций методом статистической линеаризации. Формы представления результатов расчёта.

14. Формулировка обратной задачи вероятностного расчёта (модельные задачи). Особенности представления результатов решения обратной задачи.

15. Изменение во времени стохастических расчётных параметров системы (учёт коррозионного износа, временных изменений физико-механических свойств материалов, воздействий, геометрических характеристик).

16. 16. Оценки вероятностных характеристик нагрузок при многократных загрузениях системы на основе распределения экстремумов и учёта повторяемости случайных величин.

17. Общий подход к оценке надёжности с использованием понятий обобщённой нагрузки и обобщённой прочности. Зависимость обобщённого нагрузочного фактора и обобщённой характеристики собственных свойств системы от входных расчётных параметров.

18. Возможные критерии отказа строительных конструкций. Многокритериальные условия безотказности (ненаступления расчётных предельных состояний). Понятие о «дереве отказов (рис-ков)».

19. Основное обобщённое расчётное условие безотказности системы. Резерв работоспособности и его использование для расчёта надёжности.

20. Обобщённые прочность и нагрузка (нагрузочный фактор) как функции случайных векторов входных параметров, определение их свойств через вероятностные характеристики многомерных случайных величин.

21. Совместная плотность распределения обобщённой прочности и обобщённой нагрузки, её использование для определения резерва работоспособности, вероятности отказа и надёжности.

22. Характеристика безопасности (индекс надёжности), её изменения в зависимости от изменений статистических характеристик различных групп входных параметров.

23. Вычисление вероятности отказа через характеристику безопасности (индекс надёжности); определение вероятности отказа в случае нормального распределения резерва работоспособности (использование функции Лапласа, приближённые выражения вероятности отказа через индекс надёжности).

24. Постановка и алгоритм решения прямой задачи теории надёжности по многокритериальным условиям безотказности. Критерии возможного исключения незначимых условий ненаступления расчётных предельных состояний.

25. Принципиальная схема решения обратной (проектной) задачи теории надёжности. Варианты постановки обратной задачи (определение доверительных областей значений характеристик нагрузок и/или геометрических характеристик сечений элементов конструкций, возможные иные постановки). Учёт множественности условий работоспособности системы, обеспечение требуемого показателя надёжности.

26. Временная зависимость вероятности отказа. Понятие о непосредственном учёте времени в расчёте надёжности и долговечности сооружения, конструкции, элемента. Косвенный учёт фактора времени на основе представления отказа системы как редкого события.

27. Случайные функции (процессы), их свойства, операции над случайными функциями.

28. Свойство эргодичности случайной функции (процесса). Выбросы случайной функции, использование теории выбросов для описания нагрузок.

29. Общая схема расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций и сооружений при поликритериальных условиях безотказности.

30. Понятие о сооружениях и строительных конструкциях как системах с различными видами соединений элементов (последовательным, параллельным, комбинированным).

31. Надёжность и долговечность системы с последовательным соединением элементов. Формулы для вычисления надёжности и долговечности системы по характеристикам надёжности элементов.

32. Определение надёжности и долговечности системы с параллельным соединением элементов. Сравнение показателей надёжности и долговечности систем, отличающихся видом соединений элементов (параллельным или последовательным) при одинаковой надёжности элементов.

33. Вычисление надёжности и долговечности систем с комбинированным соединением элементов (параллельно-последовательным, последовательно-параллельным).

34. Понятие о резервировании как средстве улучшения характеристик надёжности, долговечности и живучести инженерных систем. Общее и раздельное резервирование.

35. Отражение понятий теории надёжности и реализация её принципов в отечественных и зарубежных нормах проектирования строительных конструкций. Подходы к нормированию значений различных величин и коэффициентов надёжности в нормативных документах.

36. Оценка метода расчётных предельных состояний с позиций теории надёжности.

37. Обобщённый коэффициент запаса, коэффициенты надёжности по нагрузке и материалу, их связь с индексом надёжности и другими вероятностными характеристиками обобщённых прочности и нагрузочного

фактора. Учёт вероятностной природы сочетаний нагрузок, ответственности строительной системы.

38. Неэкономические и экономические риски отказов сооружений и конструкций. Понятие о нормировании показателей надёжности и долговечности строительных систем.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«Отлично»	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«Хорошо»	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения..
«Удовлетворительно»	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ
«Неудовлетворительно»	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий

(собеседования, контрольно-расчетных работ, по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Вопросы для собеседования

1. Случайные величины: числовые характеристики непрерывной СВ
2. Законы распределения СВ
3. Установление законов распределения СВ
4. Правило трех сигма
5. Понятие о квантилях
6. Зависимости между СВ
7. Композиция законов распределения
8. Вероятностный характер прочностных расчетов
9. Выбор предельного состояния
10. Классификация отказов
11. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы
12. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: средняя наработка до отказа
13. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: интенсивность отказов
14. Оценка надежности элементов конструкций: запас прочности
15. Оценка надежности элементов конструкций: вероятность безотказной работы
16. Определение вероятности безотказной работы по заданным законам распределения обобщенной нагрузки

17. Установление закона распределения показателя работоспособности по заданным законам распределения обобщенной нагрузки и обобщенной прочности
18. Определение числовых характеристик коэффициента запаса прочности
19. Определение вероятности безотказной работы при нормальном распределении коэффициента запаса прочности
20. Расчет надежности элементов конструкций с использованием числовых характеристик коэффициента запаса прочности при нормальном распределении обобщенной нагрузки и обобщенной прочности.

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика контрольно-расчетных работ

Студент самостоятельно выполняет 2 расчётно-графических задания:

- 1) по вероятностному расчёту параметров напряжённо-деформированного состояния плоской стержневой конструкции;
- 2) по определению надёжности конструкции по многокритериальному условию безотказности.

В процессе работы над заданиями и изучения рекомендованных учебно-методических материалов происходит освоение вопросов теории вероятностных расчётов и обеспечения надёжности строительных конструкций на доступных для истолкования моделях (расчётных схемах), ассоциирующихся с реальными строительными системами.

Расчётные части задания предусматривают использование специализированных компьютерных программ, позволяющих уменьшить трудоёмкость рутинных вычислительных процедур и сосредоточить внимание на сущностной стороне решаемых задач.

Объем индивидуального задания по вероятностному расчёту конструкции – до 20 страниц (А4) расчётов, схем и графиков; индивидуального задания по определению надёжности – до 15 с. Возможно выполнение индивидуальных заданий с элементами исследовательского характера авторскими коллективами из 2-3 студентов.

Защите индивидуального задания с ответами на вопросы теоретического характера по теме задания предшествует самостоятельное решение вспомогательных задач.

Цели выполнения индивидуальных заданий:

- закрепление теоретических знаний в процессе решения модельных задач вероятностного расчёта конструкций и расчёта надёжности;
- выработка представлений о практическом инженерном значении расчётов стохастических характеристик НДС и надёжности зданий и сооружений;
- приобретение практических навыков работы с программными продуктами для вероятностных расчётов и расчётов надёжности;
- формирование навыков инженерной оценки вероятности отказа зданий, сооружений и конструкций в эксплуатационном состоянии.

Расчетно-графические работы

1. Расчёт вероятностных характеристик параметров напряжённо-деформированного состояния плоской стержневой конструкции.

Предусмотрено решение прямой задачи вероятностного расчёта усилий, перемещений или напряжений в стохастической плоской балочной, рамной, комбинированной системе или ферме от силовых или кинематических воздействий прикладными методами статистической линеаризации и статистического моделирования. При выполнении задания могут применяться компьютерные программы VAP, BESTFIT, Matlab, ANSYS.

2. Расчёт надёжности конструкции по многокритериальному условию безотказности.

Определение вероятности отказа и надёжности конструкции (стержневой, пластинчатой, комбинированной) по комплексным критериям прочности, жёсткости и устойчивости в упругой стадии работы и в состоянии предельного равновесия, с использованием компьютерных программных средств.

Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент самостоятельно выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы. Допускается неточность решений, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.