

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Статистическая динамика»**

**Направление подготовки аспиранта:** 08.06.01 Техника и технологии строительства

**Направленность:** 05.23.17 Строительная механика

**Квалификация (степень):** Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Нормативный срок обучения:** 4 года

**Форма обучения:** Очная

**Год начала подготовки** 2020

Автор программы: д.т.н., профессор Сафронов / В. С. Сафронов /

Заведующий кафедрой  
строительной механики Козлов / В. А. Козлов /

Руководитель ОПОП Козлов / В. А. Козлов /

**Воронеж 2021**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

*Целью дисциплины* является обучение аспирантов современным методам статистической динамики при определении напряженно-деформированного состояния несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомиться с особенностями статистического динамического расчета зданий и сооружений;
- ознакомиться с особенностями использования в статистической динамике современных математических программ;
- ознакомиться с особенностями использования в статистической динамике современных вычислительных комплексов конечно-элементного анализа.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Статистическая динамика» относится к *вариативной* части *блока 1* учебного плана.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины.* Изучение дисциплины «Статистическая динамика» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: строительные материалы, теоретическая механика, сопротивление материалов, строительная механика, стальные конструкции, железобетонные и каменные конструкции, деревянные конструкции.

После изучения предшествующих дисциплин студент должен *знать:*

- виды материалов строительных конструкций;
- основные типы конструктивных схем зданий и сооружений;
- виды несущих и ограждающих строительных конструкций;
- критерии несоответствия параметров конструкции предельным состояниям, характеризующим потерю несущей способности и непригодность к нормальной эксплуатации;

- классификацию нагрузок и воздействий на строительные конструкции;

*уметь:*

- выполнять чертежи планов, разрезов, фасадов и т.д. зданий и сооружений;
- составлять расчетные схемы конструкций и отдельных ее элементов с учетом фактического характера узлов сопряжения;
- рассчитывать и конструировать основные несущие и ограждающие строительные конструкции.

Дисциплина является предшествующей для выпускной квалификационной работы.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «Статистическая динамика» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);
- способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к теме научно-исследовательской деятельности (ПК-5);
- владение методами оценки напряженно-деформированного состояния и методами расчета строительных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности материалов на статические и динамические воздействия (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов;

**Уметь:** выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам;

**Владеть:** разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Статистическая динамика» составляет 3 зачетные единицы.

| Вид учебной работы                    | Всего часов | Семестр |
|---------------------------------------|-------------|---------|
|                                       |             | 5       |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>     | 10          | 10      |
| В том числе:                          |             |         |
| Лекции                                | 10          | 10      |
| Практические занятия (ПЗ)             | -           | -       |
| Лабораторные работы (ЛР)              | -           | -       |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b> | 98          | 98      |
| В том числе:                          |             |         |
| Курсовой проект/ курсовая работа      | -           | -       |

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Контрольная работа                            | -        | -     |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | зачет    | зачет |
| Общая трудоемкость                            | час      | 108   |
|   | зач. ед. | 3     |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                | Содержание раздела   |
|-------|--|--|
| 1     | Основные понятия и теоремы теории вероятностей | Понятие случайного события, случайной величины, случайной функции. Вероятность. Зависимые и независимые, совместные и несовместные события. Противоположные события, полная группа случайных событий. Теоремы сложения совместных и несовместных случайных событий. Следствия. Теоремы умножения зависимых и независимых случайных событий. Формула полной вероятности. Теорема Байеса. Примеры использования в строительной практике.   |
| 2     | Основные понятия математической статистики     | Генеральная совокупность случайных величин. Выборка. Представительность. Способы представления распределения случайных величин: упорядоченная и неупорядоченная последовательности, числовой ряд, гистограмма, статистический ряд. Числовые характеристики распределения случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение (стандарт), коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, эксцесс, мода, медиана. Плотность и функция распределения случайной величины. Законы распределения случайных величин: нормальный (Гаусса), Вейбулла, Гумбеля (двойной экспоненциальный). Использование законов распределения в практических вероятностных расчетах.<br>Выравнивание статистических распределений. Последовательность. Критерии согласия: хи-квадрат, Колмогорова, омега-квадрат. Сущность каждого из критериев, значимость.<br>Современные вычислительные вероятностные комплексы: «STADIA» и др. Практическое применение для выравнивания экспериментальных зависимостей прочности, снеговых и ветровых нагрузок на сооружение. |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 3 | Основные понятия теории случайных функций  | <p>Определение случайной функции. Числовые характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность. Стационарные и нестационарные случайные функции, эргодические и неэргодические случайные функции. Восстановление реализаций случайных функций по заданным статистическим характеристикам. Определение числа превышений случайной функцией заданного уровня.</p>   |
| 4 | <p>Детерминированные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими системами с конечным числом степеней свободы</p>  | <p>Динамическая расчетная схема здания или сооружения. Масса и момент инерции элементов расчетной схемы. Число степеней свободы. Дифференциальные уравнения движения в прямой и обратной формах. Матрица жесткости, податливости, демпфирования. Вычисление коэффициентов матриц. Их особенности для различных систем. Современные методы учета сил демпфирования.</p> <p>Свободные колебания упругих систем. Расчет собственных частот и соответствующих им собственных форм. Спектр собственных частот. Парциальные частоты. Нормирование и проверка ортогональности собственных форм. Основные понятия теории виброизоляции конструкций.</p> <p>Вынужденные колебания упругих систем при произвольных возмущениях силового или кинематического характера методом разложения по нормальным координатам. Интеграл Дюамеля. Воздействие гармонической возмущающей нагрузки. Основные понятия теории виброгашения строительных конструкций.</p> |
| 5 | <p>Случайные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими расчетными схемами с конечным числом степеней свободы</p> | <p>Случайные колебания упругих систем при нормальном стационарном силовом или кинематическом воздействии методом разложения по нормальным координатам. Расчет статистических характеристик перемещений и усилий характерных точек несущих конструкций по отдельным собственным формам и их взаимной корреляции.</p>  |
| 6 | <p>Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия</p>   | <p>Землетрясения. Классификация. Районирование сейсмоопасных зон. Балльность района и строительной площадки. Методы динамического расчета зданий и сооружений по СНиП II-7-81* и типовым акселерограммам землетрясений. Применение современных вычислительных комплексов</p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | сов « STARK», «ЛИРА» или «SCAD» для динамического расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия   |
| 7 | Динамический расчет зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки | Общие принципы нормирования пульсационной составляющей ветровой нагрузки. Статистическое описание ветровой нагрузки: спектральная плотность, энергетический спектр скорости Коэффициенты корреляции скорости ветра и пульсаций давления. Общее решение вероятностной задачи о колебаниях сооружения при случайных ветровых нагрузках. Определение статистических характеристик реакции сооружения: среднего и дисперсии перемещений и усилий. Применение современных вычислительных комплексов «MikroFE», «ProfetSTARK», « ЛИРА» или «SCAD» для динамического расчета зданий и сооружений на пульсационную составляющую ветровой нагрузки |
| 8 | Корреляционная теория расчета случайных колебаний автодорожных мостов                            | Статистические характеристики неровностей на проезжей части дорог и мостов. Восстановление микропрофилей колеи движения по заданным корреляционным функциям. Расчет динамического давления движущихся с постоянной скоростью автомобилей<br>Построение линий и поверхностей влияния дисперсии колебаний упругих систем при движении колесного автомобиля или их колонн. Загружение линий и поверхностей влияния для определения динамического коэффициента с заданной обеспеченностью   |
| 9 | Основы теории долговечности строительных конструкций   | Остаточный срок службы эксплуатируемой строительной конструкции. Изменение прочностных характеристик бетона во времени. Изменение сечений арматуры во времени при ее коррозии. Статистическое описание. Гипотеза линейного суммирования повреждений несущих конструкций и ее использование для определения остаточного срока службы. Гипотеза Пальгрема – Винера и ее использование для оценки выносливости конструкций, подвергающихся переменным нагрузкам.   |

## 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|       |   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1.    | Выпускная квалификационная работа                   | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п         | Наименование раздела дисциплины   | Лекц.     | СРС       | Всего час. |
|---------------|---|-----------|-----------|------------|
| 1             | Основные понятия и теоремы теории вероятностей  | 1         | 10        | 11         |
| 2             | Основные понятия математической статистики  | 1         | 10        | 11         |
| 3             | Основные понятия теории случайных функций   | 1         | 10        | 11         |
| 4             | Детерминированные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими системами с конечным числом степеней свободы  | 1         | 10        | 11         |
| 5             | Случайные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими расчетными схемами с конечным числом степеней свободы | 1         | 10        | 11         |
| 6             | Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия   | 2         | 18        | 20         |
| 7             | Динамический расчет зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки                          | 1         | 10        | 11         |
| 8             | Корреляционная теория расчета случайных колебаний автотдорожных мостов  | 1         | 10        | 11         |
| 9             | Основы теории долговечности строительных конструкций  | 1         | 10        | 11         |
| <b>Всего:</b> |   | <b>10</b> | <b>98</b> | <b>108</b> |

### 5.4. Лабораторный практикум

Учебным планом не предусматривается.

## 6. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Расчет многоэтажного здания с несущим железобетонным каркасом и сплошной железобетонной фундаментной плитой с учетом деформативности основания.

1. Сейсмический расчет многоэтажного здания с несущим железобетонным каркасом с установленными виброизоляторами.

2. Динамический расчет висячего трубопроводного перехода пролетом более 100мм на действие динамической составляющей ветровой нагрузки и вихревой резонанс.

3. Пространственный нелинейный расчет усилий в несущих элементах телевизионной мачты с вантовыми оттяжками.

4. Динамический расчет вантового трубопроводного перехода пролетом более 100мм на действие гидравлического удара при внезапной остановке насоса.

5. Оптимизация расположения в несущем каркасе многоэтажного здания ядра и диафрагм жесткости по динамическим параметрам несущей системы.

6. Поэтапный пространственный расчет многоэтажного здания с несущим железобетонным каркасом.

7. Расчет металлического каркаса промздания на статическую нагрузку с учетом пластических деформаций материала

8. Расчет обсыпного устоя автодорожного моста с неразрезным пролетным строением с пролетами более 100м.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| № п/п | Компетенция (общепрофессиональная – ОПК; профессиональная – ПК)  | Форма контроля                                    | Семестр |
|-------|--|---|---------|
| 1     | ОПК-3 – способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав   | Курсовая работа (КР)<br>Тестирование (Т)<br>Зачет | 5       |
| 2     | ОПК-6 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства  | Курсовая работа (КР)<br>Тестирование (Т)<br>Зачет | 5       |
| 3     | ПК-5 – способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к теме научно-исследовательской деятельности  | Курсовая работа (КР)<br>Тестирование (Т)<br>Зачет | 5       |
| 4     | ПК-6 – владение методами оценки напряженно-деформированного состояния и методами расчета строительных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности материалов на статические и динамические воздействия | Курсовая работа (КР)<br>Тестирование (Т)<br>Зачет | 5       |

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания | Форма контроля |    |    |   |       |
|------------------------|-----------------------|----------------|----|----|---|-------|
|                        |                       | РГР            | КЛ | КП | Т | Зачет |
|                        |                       |                |    |    |   |       |



|         |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|
| Знает   | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | - | - | + | + | + |
| Умеет   | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) | - | - | + | + | + |
| Владеет | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | - | - | + | + | + |

### 7.2.1.Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания   | Оценка  | Критерий оценивания   |
|------------------------|---|---------|---|
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | отлично | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников. Выполнение КП на оценку «отлично» |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |         |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета   |         |   |

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Оценка              | Критерий оценивания   |
|------------------------|--|---------------------|---|
|                        | объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |                     |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  | хорошо              | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала. Выполнение КП на оценку «отлично» |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)            |                     |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |                     |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |                     |   |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |                     |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |                     |   |
| Знает                  | классификацию большепролетных и высотных зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | неудовлетворительно | Частичное посещение лекционных и практи-  |

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Оценка        | Критерий оценивания   |
|------------------------|--|---------------|---|
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) | но            | ческих занятий. Не показал знаний из лекционного материала. Неудовлетворительно выполненные КП. |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |               |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |               |   |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) | не аттестован | Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные КП.                                |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  |               |   |

### 7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В пятом семестре результаты промежуточного контроля знаний (курсовая работа) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Оценка            | Критерий оценивания   |
|------------------------|--|-------------------|---|
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-6, ПК-5, ПК-6)  | отлично           | Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.            |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |                   |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   |                   |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | хорошо            | Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.      |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |                   |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   |                   |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | удовлетворительно | Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены. |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3, ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |                   |   |

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания   | Оценка              | Критерий оценивания   |
|------------------------|---|---------------------|---|
|                        | 6, ПК-5, ПК-6)  |                     |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   |                     |   |
| Знает                  | классификацию зданий и сооружений, их конструктивные решения; методику проведения авторского и технического надзора за реализацией проектов (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   | неудовлетворительно | 1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.<br>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.<br>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание. |
| Умеет                  | выполнять расчет и конструирование зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования; производить проектирование деталей (изделий) и конструкций, подготовку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ; осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6) |                     |   |
| Владеет                | разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений (ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6)   |                     |   |

### 7.3. Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

#### 7.3.1. Задания для тестирования

Не предусмотрены.

#### 7.3.2. Вопросы для зачета

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. Упрощение в случае нескольких зависимых событий.
4. Теоремы полной вероятности и гипотез (Байеса).
5. Способы представления распределений случайных величин: неупорядоченная и упорядоченная последовательности, числовая ось, гистограмма, статистический ряд. Плотность и функция распределения.

6. Числовые характеристики случайных величин: среднее, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, эксцесс, медиана, мода, коэффициент корреляции.
7. Законы распределения случайных величин: равномерной плотности, Пуассона, нормальный, Вейбулла, Гумбеля.
8. Порядок выравнивания распределений случайных величин, критерии согласия. Их сущность.
9. Основные понятия теории надежности: отказ, дефекты, надежность как комплексное качество. Количественные характеристики надежности: наработка на отказ, технический ресурс, интенсивность отказов, надежность.
10. Статистическое описание прочности материалов и нагрузок на здания и сооружения. Понятие расчетной нагрузки и нормативного сопротивления. Обеспеченность.
11. Количественные характеристики надежности: резерв прочности, вероятность отказа, надежность, характеристика безопасности, логарифмический показатель надежности, коэффициент запаса прочности.
12. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности элементов
13. Динамическая расчетная схема. Дифференциальные уравнения свободных колебаний. Расчет собственных частот и форм. Ортогональность, нормирование.
14. Анализ собственных частот и форм для оценки динамических свойств сооружения. Определение факторов участия для заданных направлений воздействия.
15. Сейсмический расчет сооружения по нормативной методике.
16. Сейсмический расчет сооружения по заданной акселерограмме.
17. Два способа описания случайной функции. Числовые характеристики случайной функции: математическое ожидание, дисперсия, средне-квадратическое отклонение.
18. Два способа описания случайной функции. Числовые характеристики случайной функции общего вида: корреляционная функция.
19. Классификация случайных функций. Числовые характеристики стационарной случайной функции: среднее, стандарт, корреляционная функция и спектральная плотность.
20. Вероятностный расчет надежности конструкции по величине коэффициента запаса прочности.
21. Определение вероятности отказа конструкции на основе теории выбросов случайных функций.
22. Основные понятия теории риска. Классификация рисков в строительстве. Два способа расчета вероятности возникновения катастрофического состояния. Варианты постановок задач, решаемых методами теории риска.

### **7.3.3. Вопросы для экзамена**

Не предусмотрены учебным планом.

### **7.3.4. Паспорт фонда оценочных средств**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|---|--------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Основные понятия и теоремы теории вероятностей  | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 2     | Основные понятия математической статистики  | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 3     | Основные понятия теории случайных функций   | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 4     | Детерминированные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими системами с конечным числом степеней свободы  | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 5     | Случайные колебания зданий и сооружений, моделируемых динамическими расчетными схемами с конечным числом степеней свободы | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 6     | Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия   | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 7     | Динамический расчет зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки                          | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 8     | Корреляционная теория расчета случайных колебаний автодорожных мостов   | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |
| 9     | Основы теории долговечности строительных конструкций  | ОПК-3,ОПК-6, ПК-5, ПК-6        | Курсовая работа (КР)<br>Зачет    |

#### **7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний**

При проведении устного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете не должен превышать двух астрономических часов. С зачета снимается материал курсовой работы, которую обучающийся выполнил в течение семестра на оценку «хорошо» или «отлично».

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | Наименование издания  | Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа) | Автор (авторы) | Год издания | Место хранения и количество  |
|-------|---|---|----------------|-------------|--|
| 1     | Оптимизация надежности железобетонного ригеля одноэтажного промышленного здания | Методические указания и задания к выполнению расчетной работы                         | В.С. Сафронов  | 2007        | Библиотека – 40 экз., электронная копия на сайте Воронежского ГАСУ |

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных занятий            | Деятельность студента   |
|--------------------------------|---|
| Лекция                         | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Практические занятия           | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |
| Курсовая работа                | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.   |
| Подготовка к экзамену (зачету) | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.   |



## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):**

### **10.1 Основная литература:**

1. А.Р. Ржаницын. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. М.: Стройиздат, 1973.
2. Шпете Г. Надёжность несущих строительных конструкций / пер. с нем. О. О. Андреева. – М.: Стройиздат. 1994. – 288 с
3. Сеницын А.П. Расчет конструкций по теории риска. / А.П. Сеницын.-М.: Стройиздат, 1985.-304с.
4. В.Д. Райзер. Методы теории надёжности в задачах нормирования расчётных параметров строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1986., 192с.

### **10.2 Дополнительная литература:**

1. В.С. Сафронов, Н.А.Барченкова. Оптимизация надежности железобетонного ригеля одноэтажного промздания. Метод указания № 491 по вып. расчетной работы. 2007. ВГАСУ.
2. Лычёв А.С. Надёжность строительных конструкций: учеб. пособие / А.С. Лычёв. – М.: АСВ, 2008. – 184 с.

**10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: программный комплекс «ЛИРА-САПР 2014».**

**10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

1. [www.edu.vgasu.ru](http://www.edu.vgasu.ru) – учебный портал ВГАСУ;
2. [elibrary.ru](http://elibrary.ru);
3. <https://картанауки.рф/>;
4. [dwg.ru](http://dwg.ru).

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Персональный компьютер с процессором не ниже 1,2 ГГц, проектор NEC NP420, принтер лазерный или струйный HP, EPSON. Картриджи для заправки принтера, бумага. Учебная аудитория 1206.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Занятия проводятся в виде лекций в поточной аудитории. По желанию лектора занятия могут сопровождаться демонстрационно-визуальными материалами. посредством разборов примеров решения задач следует добиваться понимания обучающимися сути и прикладной значимости решаемых задач.

Зачет проводится в форме устного собеседования. Студент получает оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы зачета.