

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 10.03.2026 16:37:53  
Уникальный программный ключ:  
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**  
**Инновационные технологии в мосто- и тоннелестроении**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность  
23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация  
Мосты

---

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: *Зачёт, предусмотренный учебным планом, семестр 9.*

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
<b>ПК-2:</b> Способен производить проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и искусственных сооружений	ПК-2.1
<b>ПК-5</b> Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры	ПК-5.1, ПК-5.2

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 9)
ПК-2.1: Выполняет проектирование и расчет мостов и тоннелей в соответствии с требованиями нормативно-технической документацией	<b>Обучающийся знает:</b> Методы и приёмы расчета мостов и тоннелей;	Задания (№1 - №5)
	<b>Обучающийся умеет:</b> Определять интенсивность постоянной и временной нагрузок мостов и тоннелей;	Задания (№ 1- №3)
	<b>Обучающийся владеет:</b> Навыками статического и динамического расчетов мостов и тоннелей;	Задания (№ 1- №6)
ПК-5.1: Анализирует и применяет результаты научных исследований для совершенствования материалов и конструкций мостов	<b>Обучающийся знает:</b> основы научных исследований в области создания новых или совершенствования существующих конструкций и материалов искусственных сооружений; технологии заводского изготовления конструкций мостов и тоннелей;	Задания (№1 - №3)
	<b>Обучающийся умеет:</b> определять размеры поперечных сечений основных несущих элементов;	Задания (№ 1- №3)
	<b>Обучающийся владеет:</b> навыками моделирования объектов транспортной инфраструктуры;	Задания (№ 1- №3)
ПК-5.2: Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения	<b>Обучающийся знает:</b> методику проведения анализа эффективности работы несущих мостов и тоннелей.	Задания (№1 - №3)
	<b>Обучающийся умеет:</b> работать с научной литературой по направлению исследования.	Задания (№ 1- №3)
	<b>Обучающийся владеет:</b> навыками проведения самостоятельной научно-исследовательской деятельности и навыками отбора информации в области мосто- и тоннелестроения.	Задания (№ 1- №3)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС ПривГУПС

## 2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаний образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-2.1: Выполняет проектирование и расчет мостов и тоннелей в соответствии с требованиями нормативно-технической документацией	<b>Обучающийся знает:</b> Методы и приёмы расчета мостов и тоннелей;
<p><b>Примеры вопросов:</b></p> <p>№1. Оценка Н.С. Стрелецкого, выводящаяся наложением кривых распределения воздействий нагрузки на конструкцию и её несущей способности, является: Выберите один ответ -Оценкой грузоподъемности моста -Оценкой долговечности моста -Оценкой надежности моста -Оценкой стойкости моста</p> <p>№2. Выполняются расчеты срока службы эксплуатируемых мостов по следующим показателям: Выберите один ответ -Выносливости хомутов в зоне трещин -Криволинейность балки -Выносливости плиты -Прочности нормальных и наклонных сечений балок -Продольной трещиностойкости балок -Прогиб балки</p> <p>№3. Степень поражения арматуры коррозией устанавливаются: Выберите один ответ -При ширине раскрытия трещин 0,5 мм и более - прямым измерением со вскрытием защитного слоя выборочно, в местах расчетных сечений -При ширине раскрытия трещин менее 0,5 мм - косвенным методом, принимая при этом за момент образования трещины год постройки моста -При ширине раскрытия трещин более 1 мм - косвенным методом, принимая при этом за момент образования трещины год постройки моста -При ширине раскрытия трещин менее 0,5 мм - прямым измерением со вскрытием защитного слоя выборочно, в местах расчетных сечений</p> <p>№4. Предельные состояния первой группы характеризуются: Выберите один ответ -Потерей устойчивости формы, приводящей к потере несущей способности и полной непригодности к эксплуатации -Переходом в изменяемую систему -Качественным изменением конфигурации -Разрушением любого характера -Потерей устойчивости положения -Достижением предельных уровней колебаний конструкций или оснований -Другими явлениями, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации</p> <p>№5. Предельные состояния второй группы характеризуются: Выберите один ответ -Образованием трещин в бетоне раскрытием свыше 0,3 мм, приводящих к снижению долговечности моста -Достижением предельных уровней колебаний конструкций или оснований -Потерей устойчивости формы, приводящей к затруднению нормальной эксплуатации -Качественным изменением конфигурации -Потерей устойчивости формы, приводящей к потере несущей способности и полной непригодности к эксплуатации -Другими явлениями, при которых возникает необходимость временного ограничения эксплуатации сооружения из-за неприемлемого снижения его срока службы -Достижением предельных деформаций конструкции</p>	
ПК-5.1: Анализирует и применяет результаты научных исследований для	<b>Обучающийся знает:</b>

совершенствования материалов и конструкций мостов	основы научных исследований в области создания новых или совершенствования существующих конструкций и материалов искусственных сооружений; технологии заводского изготовления конструкций мостов и тоннелей;
<p><b>Примеры вопросов:</b></p> <p>№1. Какой материал относится к инновационным для мостостроения последних десятилетий? Выберите один ответ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обычный тяжёлый бетон без добавок</li> <li>- Высокопрочный и сверхвысокопрочный бетон (НРС, УНРС)</li> <li>- Кирпичная кладка</li> <li>- Необработанная древесина</li> </ul> <p>№2. При проектировании инновационных мостов учитываются: Выберите несколько правильных ответов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аэродинамические эффекты</li> <li>- Жизненный цикл сооружения (LCC)</li> <li>- Влияние строительства на окружающую среду</li> <li>- Только стадия эксплуатации</li> </ul> <p>№3. К инновационным материалам в мостостроении относятся: Выберите несколько правильных ответов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- УНРС</li> <li>- Композитные материалы (FRP)</li> <li>- Самоуплотняющийся бетон (SCC)</li> <li>- Известковый раствор</li> </ul>	
ПК-5.2: Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения	<p><b>Обучающийся знает:</b> методику проведения анализа эффективности работы несущих мостов и тоннелей.</p>
<p><b>Примеры вопросов:</b></p> <p>№1. Основная функция фибрового армирования в инновационных бетонах: Выберите один ответ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличение плотности бетона</li> <li>- Повышение трещиностойкости и ударной вязкости</li> <li>- Замена всего традиционного армирования</li> <li>- Улучшение декоративных свойств</li> </ul> <p>№2. Преимущества применения FRP-материалов: Выберите несколько правильных ответов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокая коррозионная стойкость</li> <li>- Низкая масса</li> <li>- Высокая электропроводность</li> <li>- Возможность усиления существующих конструкций</li> </ul> <p>№3. Основное преимущество применения BIM-технологий в мостостроении: Выберите один ответ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Исключительно 3D-визуализация</li> <li>- Интеграция проектирования, строительства и эксплуатации в единой цифровой модели</li> <li>- Увеличение числа бумажных чертежей</li> <li>- Замена расчётов эмпирическими методами</li> </ul>	

## 2.2 Типовые задания для оценки навыков образовательного результата

### Проверяемый образовательный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-2.1: Выполняет проектирование и расчет мостов и тоннелей в соответствии с требованиями нормативно-технической документацией	<p><b>Обучающийся умеет:</b> Определять интенсивность постоянной и временной нагрузок мостов и тоннелей;</p>
<p><b>Примеры заданий:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Задача 1</b></p> <p>Определить расход продольной растянутой арматуры изгибаемого элемента таврового сечения при следующих исходных данных: балка таврового профиля с размерами поперечного сечения: ребра - 20x115 см (b<sub>xh</sub>), сжатой полки – 20x160 см запроектирована из тяжелого бетона класса В20, R<sub>b</sub> = 10.5 МПа. Продольная арматура класса А400, R<sub>s</sub> = 350 МПа. Величина изгибающего момента M = 545 кН*м. Выполнить чертеж армирования элемента.</p>	

### Задача 2

Определить площадь сечения продольной рабочей арматуры  $A_s$  в изгибаемом элементе прямоугольного сечения и подобрать по сортаменту 4 стержня при следующих исходных данных:  $b = 20$  см,  $h = 40$  см;  $a = 5$  см;  $\gamma_{b1} = 0,9$  (коэффициент условия работы бетона);  $M = 90$  кН·м =  $9000$  кН·см; класс бетона B25  $R_b = 14,5$  МПа =  $1,45$  кН/см<sup>2</sup>; арматура A500C  $R_s = 435$  МПа =  $43,5$  кН/см<sup>2</sup>.

### Задача 3

Определить площадь сечения продольной рабочей арматуры  $A_s$  в балке таврового сечения и подобрать по сортаменту 4 стержня при следующих исходных данных:  $b_f' = 40$  см,  $h_f' = 12$  см,  $b = 12$  см,  $h = 60$  см;  $a = 6$  см;  $\gamma_{b1} = 0,9$ ,  $M = 170$  кН·м =  $17000$  кН·см; класс бетона B15  $R_b = 8,5$  МПа =  $0,85$  кН/см<sup>2</sup>; арматура класса A400  $R_s = 350$  МПа =  $35,0$  кН/см<sup>2</sup>

ПК-5.1: Анализирует и применяет результаты научных исследований для совершенствования материалов и конструкций мостов

**Обучающийся умеет:** определять размеры поперечных сечений основных несущих элементов;

#### Примеры заданий:

### Задача 1

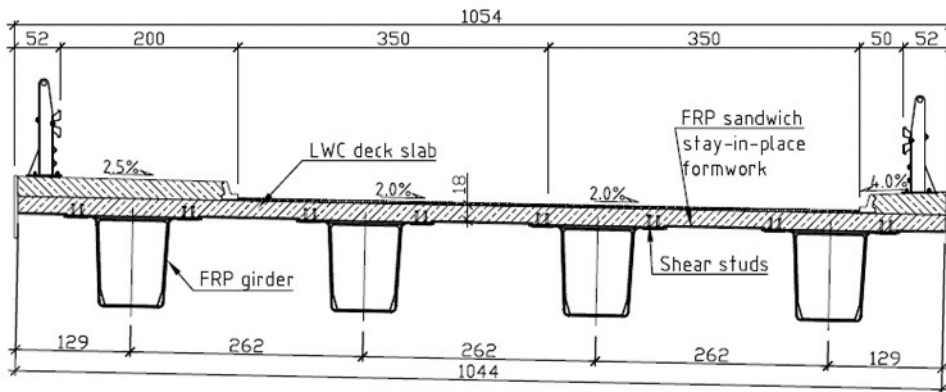
Выполните правильную последовательность действий при моделировании искусственного сооружения:

- Построение геометрии
- Назначение материалов
- Наложение нагрузок
- Анализ и интерпретация

### Задача 2

Раскройте роль инновационных материалов (УНПС, FRP) в повышении несущей способности и долговечности мостов.

### Задача 3



Оптимизация сечения с применением композитных материалов (FRP)

Условие:

Момент: 600 кН·м

Допускаемое напряжение для FRP: 600 МПа

Определить требуемый момент сопротивления и сравнить с традиционной сталью ( $\sigma_{доп} = 240$  МПа).

ПК-5.2: Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения

**Обучающийся умеет:** работать с научной литературой по направлению исследования .

#### Примеры заданий:

### Задача 1

Какие решения являются примером применения научных исследований в мостостроении?

Выберите несколько правильных ответов

- Использование УНПС на основе экспериментальных данных
- Корректировка расчётных моделей по результатам мониторинга
- Игнорирование новых материалов
- Оптимизация конструкций на основе публикаций и испытаний

### Задача 2

Сопоставьте проводимые научные исследования с вариантами технических и технологических решений

Научные исследования	Решения
1. Эксперименты по усталости	A) Назначение усиления
2. Аэродинамические исследования	B) Оптимизация формы
3. Мониторинг	C) Калибровка модели
4. Лабораторные испытания бетона	D) Выбор состава

### Задача 3

Сопоставьте методы проведения работ с областями их применения

Метод	Область применения
1.МКЭ	А) Численный анализ НДС
2.NATM	В) Городские тоннели в сложных грунтах
3.TBM	С) Механизированная проходка
4.CFD	Д) Аэродинамика и вентиляция

ПК-2.1: Выполняет проектирование и расчет мостов и тоннелей в соответствии с требованиями нормативно-технической документацией

**Обучающийся владеет:**  
Навыками статического и динамического расчетов мостов и тоннелей;

**Примеры заданий:**

#### Задача 1

Определить площадь сечения продольной рабочей арматуры  $A_s$  и  $A_s'$  в изгибаемом элементе прямоугольного сечения и подобрать по сортаменту 4 стержня в растянутой зоне и 2 стержня в сжатой зоне при следующих исходных данных:  $b = 20$  см,  $h = 40$  см;  $a = 5$  см;  $\gamma_{b1} = 0,9$ ,  $a' = 3$  см,  $M = 130$  кН·м = 13000 кН·см; класс бетона В25  $R_b = 14,5$  МПа = 1,45 кН/см<sup>2</sup>; арматура класса А500С  $R_s = 435$  МПа = 43,5 кН/см<sup>2</sup>

#### Задача 2

Определить размеры сечения и подобрать рабочую арматуру в балке прямоугольного сечения пролетом 6 м при следующих исходных данных: бетон В25 ( $R_b = 14,5$  МПа = 1,45 кН/см<sup>2</sup>); арматура А500С  $R_s = 435$  МПа = 43,5 кН/см<sup>2</sup>;  $M = 70$  кН·м = 7000 кН·см;  $\gamma_{b1} = 0,9$ .

#### Задача 3

Определить минимальный расход продольной и растянутой арматуры изгибаемого элемента при следующих исходных данных: балка прямоугольного сечения с размерами 25x50 см ( $b \times h$ ) запроектирована из тяжелого бетона класса В25,  $R_b = 13$  МПа. Продольная арматура класса А400,  $R_s = 350$  МПа. Величина изгибающего момента  $M = 245$  кН\*м. Вычертить эскиз армирования балки.

ПК-5.1: Анализирует и применяет результаты научных исследований для совершенствования материалов и конструкций мостов

**Обучающийся владеет:**  
навыками моделирования объектов транспортной инфраструктуры;

**Примеры заданий:**

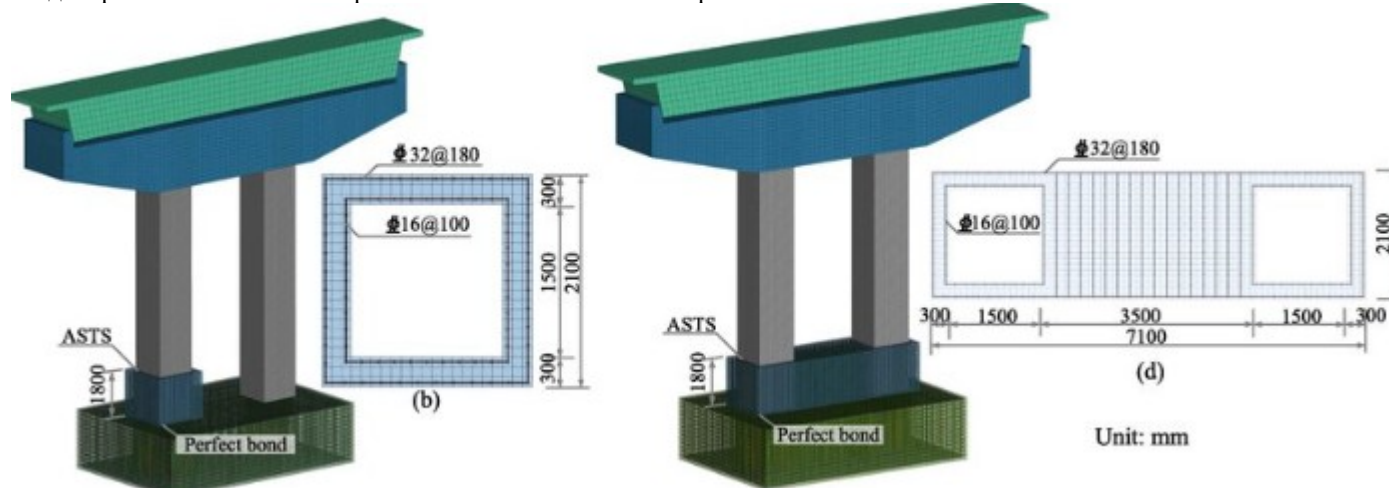
#### Задача 1

Условие:  
Необходимо смоделировать сталежелезобетонное пролетное строение длиной 45 м.  
По результатам современных исследований установлено, что учет пластичности стали снижает расчетные напряжения на 12–15%.

Требуется:  
Выбрать тип конечных элементов.  
Учесть нелинейную диаграмму работы стали.  
Оценить влияние нелинейности на результаты.

#### Задача 2

Моделирование мостовой опоры с использованием высокопрочного бетона



Условие  
Исследования показали, что применение бетона класса В80 увеличивает несущую способность на 20%.

Необходимо:  
Создать 3D модель опоры.

Задать новую диаграмму деформирования.  
Оценить перераспределение напряжений.

### Задача 3

Произвести расчет по напряжению в программно-вычислительном комплексе

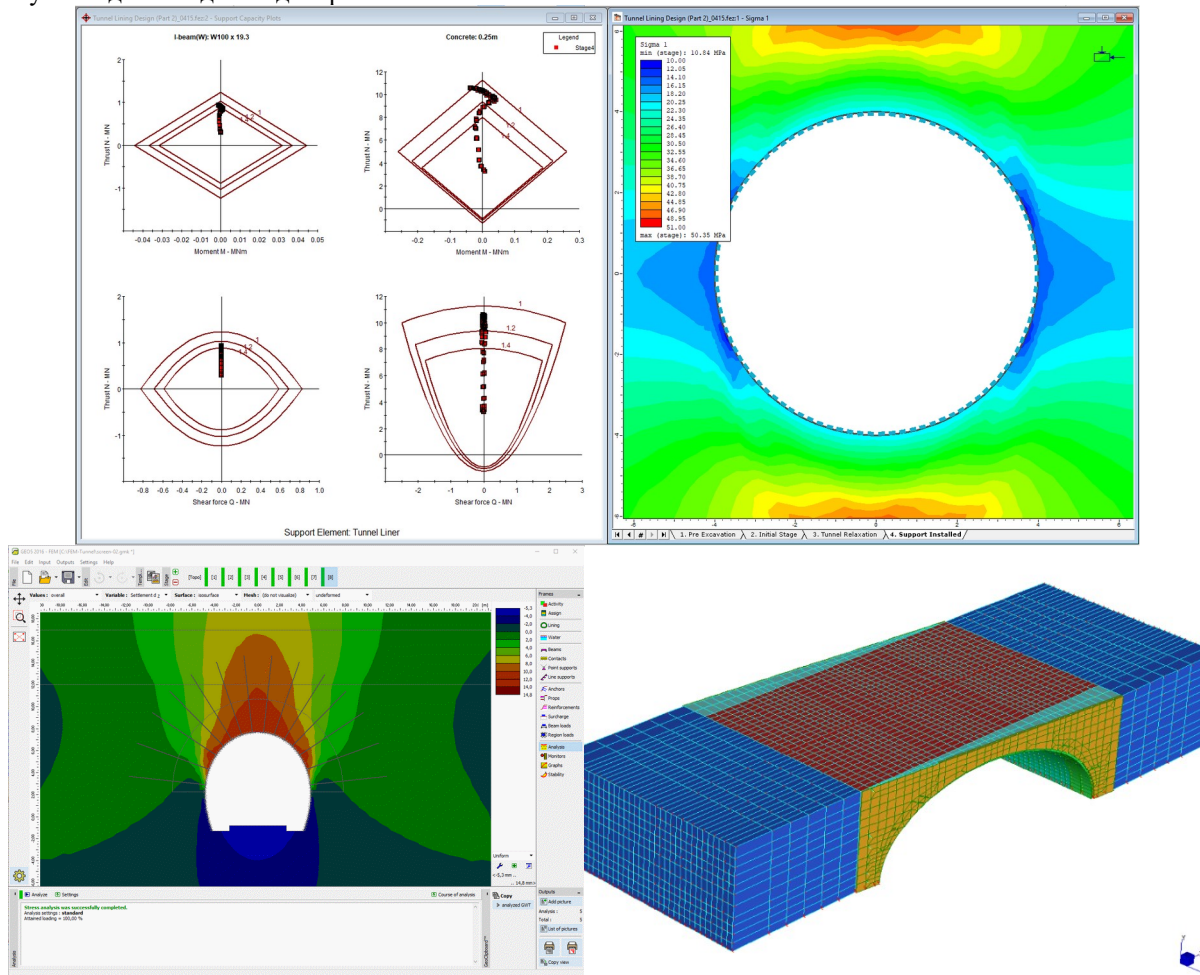
ПК-5.2: Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения

**Обучающийся владеет:**  
навыками проведения самостоятельной научно-исследовательской деятельности и навыками отбора информации в области мосто- и тоннелестроения.

**Примеры заданий:**

### Задача 1

Анализ научных данных для моделирования тоннеля мелкого заложения



В научной литературе представлены разные модели грунта:  
Мора-Кулона,  
Hardening Soil,  
Modified Cam-Clay.

Необходимо выбрать модель для расчёта тоннеля в глинистых грунтах.

### Задача 2

Опишите алгоритм самостоятельного выполнения научного исследования по повышению долговечности мостовых конструкций с применением численного моделирования.

Пример ответа:

Формулировка научной проблемы.

Анализ современной литературы (последние 10 лет).

Выявление нерешенных вопросов.

Выбор расчетной модели.

Верификация по экспериментальным данным.

Проведение параметрического анализа.

Формирование научных выводов.

### Задача 3

Какие критерии вы применяете при отборе научных источников для моделирования тоннельных сооружений?

Пример ответа:

индексируемость журнала;

год публикации;

наличие экспериментальной верификации;

соответствие геологических условий;  
применимость модели к численным расчетам;  
статистическая обоснованность результатов.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

- 1) Определение и признаки инновационного проекта.
- 2) Основные элементы инновационного проекта.
- 3) Участники инновационного проекта.
- 4) Содержание и основные этапы разработки и реализации инновационного проекта.
- Содержание фаз жизненного цикла инновационного проекта.
- 5) Критерии для оценки инновационных проектов.
- 6) Финансовые критерии для оценки инновационных проектов.
- 7) Научно-технические критерии для оценки инновационных проектов.
- 8) Производственные критерии для оценки инновационных проектов.
- 9) Рыночные критерии для оценки инновационных проектов.
- 10) Внешние и экологические критерии для оценки инновационных проектов.
- 11) История появления МКЭ.
- 12) Сущность метода конечных элементов.
- 13) Дискретизация в МКЭ.
- 14) Аппроксимация в МКЭ.
- 15) Задание граничных условий и материала в МКЭ.
- 16) Формирование системы уравнений в МКЭ.
- 17) Получение результата в МКЭ.
- 18) Формулировка метода конечных элементов в МКЭ.
- 19) Предпроцессорная подготовка в МКЭ.
- 20) Типы конечных элементов в МКЭ.
- 21) Ошибки метода конечных элементов в МКЭ.
- 22) Преимущества и недостатки МКЭ.
- 23) Инновационные методы проектирования с использованием ПК Sofistik.
- 24) Типы решаемых задач в ПК Sofistik.
- 25) Основные элементы интерфейса ПК Sofistik.
- 26) Технология и организация работ в мосто- и тоннелестроении.
- 27) Создание геометрической схемы в ПК Sofistik.
- 28) Задание сечений в ПК Sofistik.
- 29) Задание материалов в ПК Sofistik.
- 30) Назначение сечений и материалов элементам расчетной схемы в ПК Sofistik.
- 31) Задание параметров упругого основания в ПК Sofistik.
- 32) Задание граничных условий в ПК Sofistik.
- 33) Формирование нагрузок в ПК Sofistik.
- 34) Назначение нагрузок в ПК Sofistik.
- 35) Выполнение статического расчета в ПК Sofistik.
- 36) Просмотр и анализ результатов расчета в ПК Sofistik.
- 37) Анализ, подбор арматуры, подбор сечений элементов металлопроката в ПК Sofistik.
- 38) Формирование отчета в ПК Sofistik.
- 39) Выбор модели транспортного сооружения.
- 40) Модель транспортного сооружения.
- 41) Сравнительный анализ моделей транспортного сооружения.
- 42) Выявление закономерности взаимодействия оснований и фундаментов транспортных сооружений.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий**

«**Отлично/зачтено**» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«**Хорошо/зачтено**» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«**Удовлетворительно/зачтено**» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«**Неудовлетворительно/не зачтено**» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

### **Критерии формирования оценок по зачету**

«**Зачтено**» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«**Не зачтено**» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки