ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «17» июня 2022 г. № 77

# Б1.О.54 Вантовые и висячие мосты

## рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей
Специализация/профиль – Мосты
Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения
Форма и срок обучения – очная форма 5 лет
Кафедра-разработчик программы – Строительство железных дорог, мостов и тоннелей

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 16
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 9 семестр, курсовая работа 9 семестр

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр | 9 | **Итого** |
|---|---|---|
| Вид занятий | Часов по УП | **Часов по УП** |
| **Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*** | 51/16 | **51/16** |
| – лекции | 17 | **17** |
| – практические (семинарские) | 17/8 | **17/8** |
| – лабораторные | 17/8 | **17/8** |
| **Самостоятельная работа** | 57 | **57** |
| **Экзамен** | 36 | **36** |
| **Итого** | 144/16 | **144/16** |

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 218.

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, доцент каф. СЖДМТ, Т.М. Баранов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», протокол от «17» июня 2022 г. № 7

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент К.М. Титов

| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| **1.1 Цели дисциплины** | |
| 1 | Формирование у специалиста основных представлений о конструкциях вантовых, висячих и разводных мостов, методах их расчета, технологиях строительства и особенностях содержания |
| 2 | Выработка у студентов практических навыков, связанных с проектированием вантовых и висячих мостов |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | обучение студентов технологии эскизного и вариантного проектирования вантовых и висячих мостов |
| 2 | обучение студентов конструированию и методам расчета вантовых и висячих мостов с использованием современных программно-вычислительных средств |
| **1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины** | |
| Профессионально-трудовое воспитание обучающихся | |
| Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.<br>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:<br>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;<br>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;<br>– формирование психологии профессионала;<br>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;<br>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли | |

| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП | |
|---|---|
| Блок/часть ОПОП | Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть |
| **2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины** | |
| 1 | Б1.О.50 Проектирование мостов |
| 2 | Б1.В.ДВ.03.01 Динамика транспортных сооружений |
| **2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее** | |
| 1 | Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы |
| 2 | Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы |

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет мостов с учетом обеспечения длительных сроков эксплуатации | ПК-4.3 Выполняет проектирование и расчет мостов сложных систем, включая вантовые, висячие и разводные мосты с учетом обеспечения длительных сроков эксплуатации | Знать:<br>системы и конструкции висячих мостов;<br>характер работы висячих мостов;<br>методы расчета висячих мостов;<br>повреждения висячих мостов. |
| | | Уметь:<br>производить технико-экономическую оценку при выборе мостов висячих систем;<br>обосновывать размеры мостовых конструкций висячих мостов;<br>оценивать конструктивный ресурс при проектировании, грузоподъемность и геодинамическую безопасность при эксплуатации висячих мостов. |
| | | Владеть:<br>методами вариантного проектирования висячих мостов;<br>методами статического и динамического расчета висячих мостов с использованием современных программно-вычислительных комплексов;<br>методами оценки грузоподъемности и геодинамической безопасности висячих мостов |

| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Код** | **Наименование разделов, тем и видов работ** | **Очная форма** | | | | | ***Код индикатора достижения компетенции** |
| | | **Семестр** | **Часы** | | | | |
| | | | **Лек** | **Пр** | **Лаб** | **СР** | |
| **1.0** | **Раздел 1. Проектирование висячих и вантовых мостов** | | | | | | |
| 1.1 | Висячие мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, особенности работы висячей системы, классификация, область применения. Конструкции висячих мостов: кабели, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов. История висячих мостов.XIX-XXI вв | 9 | 2 | 2/1 | 2/1 | 2 | ПК-4.3 |
| 1.2 | Вантовые мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, классификация, область применения. Конструкции вантовых мостов: ванты, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и и вариантов вантовых мостов. Эскизы и варианты вантовых мостов . История вантовых мостов | 9 | 2 | 2/1 | 2/1 | 2 | ПК-4.3 |
| 1.3 | Вариантное проектирование висячих мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Определение усилий от нагрузки. Особенности расчета висячих мостов с учетом геометрической нелинейности. Определение невыгодных загружений. Проверки по предельным состояниям. Методы определения усилий в висячих мостах | 9 | 2 | 2/1 | 2/1 | | ПК-4.3 |
| 1.4 | Вариантное проектирование вантовых мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Особенности работы вантовых мостов. Определение усилий в конструкциях от нагрузки. Построение линий влияния. Регулирование усилий в вантах. Проверки элементов по предельным состояниям. | 9 | 2 | 2/1 | 2/1 | | ПК-4.3 |
| 1.5 | Расчет висячего моста. Численное моделирование висячего моста. Расчет вантового моста. Численное моделирование вантового моста | 9 | | 5/2 | 5/2 | 12 | ПК-4.3 |
| 1.6 | Основы динамического расчета. Меры по гашению колебаний висячих и вантовых мостов. Основы аэродинамического расчета. Возникновение колебаний мостов под действием ветра. Определение критической скорости ветра | 9 | 2 | | | | ПК-4.3 |
| **2.0** | **Раздел 2. Строительство вантовых и висячих мостов** | | | | | | |
| 2.1 | Общие сведения о строительстве висячих мостов. Основные схемы монтажа пилонов, кабелей, балок жесткости. Примеры строительства висячих мостов. | 9 | 2 | | | | ПК-4.3 |
| 2.2 | Общие сведения о строительстве внтовых мостов. Основные схемы монтажа пилонов, вантов, балок жесткости. Примеры строительства вантовых мостов. | 9 | 2 | | | | ПК-4.3 |
| 2.3 | Расчеты вантовых мостов во время строительства Расчеты висячих мостов во время строительства | 9 | | 4/2 | 4/2 | 8 | ПК-4.3 |
| **3.0** | **Раздел 3. Эксплуатация вантовых и висячих мостов** | | | | | | |
| 3.1 | Опыт эксплуатации вантовых и висячих мостов. Опасные внешние факторы. Повреждения и обрушения. Наблюдения. Особенности содержания – системы мониторинга, лаборатории исследования. | 9 | 2 | | | | ПК-4.3 |
| **4.0** | **Раздел 4. Разводные мосты** | | | | | | |
| 4.1 | Область применения разводных мостов. Материалы. Классификация разводных мостов. Конструкции разводных мостов. Примеры современных разводных мостов. Основы расчета разводных мостов. Нагрузки и воздействия. Учет стадий работы разводных мостов. Проверки по прочности и устойчивости. Подбор механизмов перемещения пролетных строений | 9 | 1 | | | | ПК-4.3 |
| | Форма промежуточной аттестации – экзамен | 9 | 36 | | | | |

| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| | Курсовая работа | 9 | | | | 33 | ПК-4.3 |
| | Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию) | | 17 | 17/8 | 17/8 | 57 | |

## 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

#### 6.1.1 Основная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.1.1 | Быкова, Н. М. Вантовые и висячие мосты : учебное пособие / Н. М. Быкова, Т. М. Баранов ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. — Иркутск : ИрГУПС, 2021. — 146 с. — Текст : непосредственный. | 47 |
| 6.1.1.2 | Быкова, Н. М. Вантовые и висячие мосты : учебное пособие / Н. М. Быкова, Т. М. Баранов. — Иркутск : ИрГУПС, 2022. — 148 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/276479 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |

#### 6.1.2 Дополнительная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.2.1 | Бахтин, С. А. Висячие и вантовые мосты : учебное пособие / С. А. Бахтин. — Новосибирск : СГУПС, 2019. — 303 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/164594 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.2.2 | Бахтин, С. А. Висячие и вантовые мосты : учеб. пособие / С. А. Бахтин ; Сиб. гос. ун-т путей сообщения. — Новосибирск : СГУПС, 2019. — 303 с. — Текст : непосредственный. | 1 |

#### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.3.1 | Баранов Т.М. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.54 «Вантовые и висячие мосты» / Т.М. Баранов ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 16 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_8258_1423_2022_1_signed.pdf | Онлайн |

### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

#### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

| | |
|---|---|
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 |
| 6.3.1.2 | Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 |
| 6.3.1.3 | FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ |
| 6.3.1.4 | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ |
| 6.3.1.5 | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License |

| | |
|---|---|
| **6.3.2 Специализированное программное обеспечение** | |
| 6.3.2.1 | ПВК Midas Civil расчет мостов |
| **6.3.3 Информационные справочные системы** | |
| 6.3.3.1 | Не предусмотрены |
| **6.4 Правовые и нормативные документы** | |
| 6.4.1 | Не предусмотрены |

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| | |
|---|---|
| 1 | Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80 |
| 2 | Д416 Компьютерный класс «Система автоматизированного проектирования мостов и тоннелей» Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия |
| 3 | Учебные аудитории Д-414, Д-415 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия |
| 4 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521 |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося |
|---|---|
| Лекция | Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.<br>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии |
| Практическое занятие | Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, |

| | |
|---|---|
| | детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.<br>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины |
| Лабораторная работа | Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;<br>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;<br>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;<br>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.<br>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину |
| Самостоятельная работа | Обучение по дисциплине «Вантовые и висячие мосты» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.<br>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся |

| | |
|---|---|
| | в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет | |

**Приложение № 1 к рабочей программе**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

# 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
## Программа контрольно-оценочных мероприятий.
## Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Вантовые и висячие мосты» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет мостов с учетом обеспечения длительных сроков эксплуатации

**Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения**

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **9 семестр** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Проектирование висячих и вантовых мостов** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Висячие мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, особенности работы висячей системы, классификация, область применения. Конструкции висячих мостов: кабели, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов. История висячих мостов.XIX-XXI вв | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.2 | Текущий контроль | Вантовые мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, классификация, область применения. Конструкции вантовых мостов: ванты, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и и вариантов вантовых мостов. Эскизы и варианты вантовых мостов . История вантовых мостов | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.3 | Текущий контроль | Вариантное проектирование висячих мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Определение усилий от нагрузки. Особенности расчета висячих мостов с учетом геометрической нелинейности. Определение невыгодных загружений. Проверки по предельным состояниям. Методы определения усилий в висячих мостах | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.4 | Текущий контроль | Вариантное проектирование вантовых мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Особенности работы вантовых мостов. Определение усилий в конструкциях от нагрузки. Построение линий влияния. Регулирование усилий в вантах. Проверки элементов по предельным состояниям. | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.5 | Текущий контроль | Расчет висячего моста. Численное моделирование висячего моста. Расчет вантового моста. Численное моделирование вантового моста | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.6 | Текущий контроль | Основы динамического расчета. Меры по гашению колебаний висячих и вантовых мостов. Основы аэродинамического расчета. Возникновение колебаний мостов под действием ветра. Определение критической скорости ветра | ПК-4.3 | Собеседование (устно) |
| **2.0** | **Раздел 2. Строительство вантовых и висячих мостов** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Общие сведения о строительстве висячих мостов. Основные схемы монтажа пилонов, кабелей, балок жесткости. Примеры строительства висячих мостов. | ПК-4.3 | Собеседование (устно) |
| 2.2 | Текущий контроль | Общие сведения о строительстве внтовых мостов. Основные схемы монтажа пилонов, вантов, балок жесткости. Примеры строительства вантовых мостов. | ПК-4.3 | Собеседование (устно) |
| 2.3 | Текущий контроль | Расчеты вантовых мостов во время строительства Расчеты висячих мостов во время строительства | ПК-4.3 | Собеседование (устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **3.0** | **Раздел 3. Эксплуатация вантовых и висячих мостов** | | | |
| 3.1 | Текущий контроль | Опыт эксплуатации вантовых и висячих мостов. Опасные внешние факторы. Повреждения и обрушения. Наблюдения. Особенности содержания – системы мониторинга, лаборатории исследования. | ПК-4.3 | Собеседование (устно) |
| **4.0** | **Раздел 4. Разводные мосты** | | | |
| 4.1 | Текущий контроль | Область применения разводных мостов. Материалы. Классификация разводных мостов. Конструкции разводных мостов. Примеры современных разводных мостов. Основы расчета разводных мостов. Нагрузки и воздействия. Учет стадий работы разводных мостов. Проверки по прочности и устойчивости. Подбор механизмов перемещения пролетных строений | ПК-4.3 | Собеседование (устно) |
| | Промежуточная аттестация | | ПК-4.3 | Курсовая работа (письменно)<br>Курсовая работа (устно) |
| | Промежуточная аттестация | | | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование (компьютерные технологии) |

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций.**
**Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Собеседование | Средство контроля на практическом занятии, 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.<br>Может быть использовано для оценки знаний обучающихся | Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины |
| 2 | Лабораторная работа | Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.<br>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты |

Промежуточная аттестация

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Экзамен | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену |
| 2 | Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена | Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |
| 3 | Курсовая работа | Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в | Образец задания для выполнения курсовой работы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.<br>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях | и примерный перечень вопросов для ее защиты |

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенции |
|---|---|---|
| «отлично» | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы | Высокий |
| «хорошо» | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов | Базовый |
| «удовлетворительно» | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный |
| «неудовлетворительно» | Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов | Компетенция не сформирована |

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

| Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|---|---|
| Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования | «отлично» |
| Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования | «хорошо» |
| Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования | «удовлетворительно» |
| Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования | «неудовлетворительно» |

Курсовая работа

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| «отлично» | Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно |

| | |
|---|---|
| | аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы |
| «хорошо» | Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе |
| «удовлетворительно» | Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы |
| «неудовлетворительно» | Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала.<br>Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы |

## Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ |
| «хорошо» | | Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач |
| «удовлетворительно» | | Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий<br>Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Не было попытки выполнить задание |

Лабораторная работа

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме |
| «хорошо» | | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета) |
| «удовлетворительно» | | Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами.<br>Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки |

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Висячие мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, особенности работы висячей системы, классификация, область применения. Конструкции висячих мостов: кабели, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов. История висячих мостов.XIX-XXI вв»

1. Что называется висячими мостами.
2. Перечислите основные конструктивные элементы висячих мостов, показать на схеме.
3. По каким признакам классифицируются висячие мосты.
4. Типы и системы висячих мостов. Достоинства и недостатки.
5. Область применения висячих мостов разного назначения
6. История развития мостов висячей конструкции

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Вантовые мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, классификация,

область применения. Конструкции вантовых мостов: ванты, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и и вариантов вантовых мостов. Эскизы и варианты вантовых мостов . История вантовых мостов»

1. Что называется вантовыми мостами.
2. Перечислите основные конструктивные элементы вантовых мостов, показать на схеме.
3. По каким признакам классифицируются вантовые мосты.
4. Типы и системы вантовых мостов. Достоинства и недостатки.
5. Область применения вантовых мостов разного назначения
6. История развития вантовых мостов

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Вариантное проектирование висячих мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Определение усилий от нагрузки. Особенности расчета висячих мостов с учетом геометрической нелинейности. Определение невыгодных загружений. Проверки по предельным состояниям. Методы определения усилий в висячих мостах»

1. Цель вариантного проектирования и применение в нем мостов висячих конструкций
2. Назначение основных размеров сооружения, высоты пилонов, пролетов.
3. Критерии сравнения, достоинства и недостатки висячих мостов
4. Загружения мостов и аналитические формулы расчета висячих мостов.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Вариантное проектирование вантовых мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Особенности работы вантовых мостов. Определение усилий в конструкциях от нагрузки. Построение линий влияния. Регулирование усилий в вантах. Проверки элементов по предельным состояниям.»

1. Цель вариантного проектирования и применение в нем вантовых мостов.
2. Назначение основных размеров сооружения, высоты пилонов, пролетов.
3. Критерии сравнения, достоинства и недостатки вантовых мостов
4. Загружения мостов и аналитические формулы расчета вантовых мостов.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Расчет висячего моста. Численное моделирование висячего моста. Расчет вантового моста. Численное моделирование вантового моста»

1. Технология составления конечно-элементных моделей висячих мостов в ПВК midas Civil.
2. Технология составления конечно-элементных моделей вантовых мостов в ПВК midas Civil.
3. Планируемые результаты расчетов и проводимые проверки по нормам

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Основы динамического расчета. Меры по гашению колебаний висячих и вантовых мостов. Основы аэродинамического расчета. Возникновение колебаний мостов под действием ветра. Определение критической скорости ветра»

1. Динамический расчет висячих мостов.
2. Аэродинамическая устойчивость и ее проверка в вантовых и висячих мостах.
3. Мероприятия для уменьшения динамических воздействий в вантовых и висячих мостах.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Общие сведения о строительстве висячих мостов. Основные схемы монтажа пилонов, кабелей, балок жесткости. Примеры строительства висячих мостов.»

1. Общие сведения о технологии сооружения висячих мостов.
2. Применяющиеся технологии монтажа пилонов висячих мостов
3. Применяющиеся технологии монтажа кабелей висячих мостов

4. Применяющиеся технологии монтажа балки жесткости висячих мостов

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Общие сведения о строительстве вантовых мостов. Основные схемы монтажа пилонов, вантов, балок жесткости. Примеры строительства вантовых мостов.»

1. Общие сведения о технологии сооружения вантовых мостов.
2. Применяющиеся технологии монтажа пилонов вантовых мостов
3. Применяющиеся технологии монтажа вантов
4. Применяющиеся технологии монтажа балки жесткости вантовых мостов

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Расчеты вантовых мостов во время строительства Расчеты висячих мостов во время строительства»

1. Технология составления конечно-элементных моделей висячих мостов в ПВК midas Civil с учетом стадии строительства.
2. Технология составления конечно-элементных моделей вантовых мостов в ПВК midas Civil с учетом стадии строительства.
3. Планируемые результаты расчетов и проводимые проверки по нормам

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Опыт эксплуатации вантовых и висячих мостов. Опасные внешние факторы. Повреждения и обрушения. Наблюдения. Особенности содержания – системы мониторинга, лаборатории исследования.»

1. Повреждения висячих мостов
2. Повреждения вантовых мостов
3. Структура системы содержания мостов больших пролетов, как уникальных сооружений
4. Основные опасные факторы при эксплуатации сооружений
5. Современные методы диагностики уникальных мостовых сооружений

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Область применения разводных мостов. Материалы. Классификация разводных мостов. Конструкции разводных мостов. Примеры современных разводных мостов. Основы расчета разводных мостов. Нагрузки и воздействия. Учет стадий работы разводных мостов. Проверки по прочности и устойчивости. Подбор механизмов перемещения пролетных строений»

1. Область применения разводных мостов
2. Основные конструкции разводных пролетных строений
3. Типы и устройство механизмов развода пролетных строений
4. Особенности расчета пролетных строений
5. Примеры разводных мостов

### 3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Висячие мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, особенности работы висячей системы, классификация, область применения. Конструкции висячих мостов:

кабели, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов. История висячих мостов.XIX-XXI вв»

По продольному профилю грунта, приведенному в задании на курсовую работу, строится вариант висячего моста в виде предварительного эскиза. При проектировании учитываются основные размеры по методикам, приведенным в литературе. Проводятся расчеты высотных отметок, назначаются длины пролетов, выбирается конструкция пилонов и балки (фермы) жесткости.

1. Выполните классификацию висячих мостов.
2. Назовите достоинства и недостатки висячих мостов.
3. Как исторически изменялись конструкции висячих мостов?
4. Какие типы кабелей вы знаете?
5. Назовите висячий мост с максимальной длиной пролета.
6. Какие конструкции балок жесткости вы знаете?
7. Какие типы пилонов вы знаете?
8. Как конструктивно решается опирание кабеля на пилон висячего моста.
9. Чем отличается распорный мост от безраспорного?
10. Назовите меры повышения жесткости висячих мостов.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Вантовые мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, классификация, область применения. Конструкции вантовых мостов: ванты, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и и вариантов вантовых мостов. Эскизы и варианты вантовых мостов . История вантовых мостов»

По продольному профилю грунта, приведенному в задании на курсовую работу, строится вариант вантового моста в виде предварительного эскиза. При проектировании учитываются основные размеры по методикам, приведенным в литературе. Проводятся расчеты высотных отметок, назначаются длины пролетов, выбирается конструкция пилонов и балки жесткости.

1. Выполните классификацию вантовых мостов.
2. Назовите достоинства и недостатки вантовых мостов.
3. Чем отличаются вантовые мосты от мостов системы «extradosed»?
4. Назовите, какие бывают вантовые мосты по расположению вант.
5. Какие конструкции балок жесткости вы знаете?
6. Назовите вантовый мост с максимальной длиной пролета.
7. Какие типы пилонов вы знаете?
8. Назовите меры повышения жесткости вантово-балочных мостов.
9. Нарисуйте вантовые мосты типа «арфа», «веер», «пучок», «звезда».

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Вариантное проектирование висячих мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Определение усилий от нагрузки. Особенности расчета висячих мостов с учетом геометрической нелинейности. Определение невыгодных загружений. Проверки по предельным состояниям. Методы определения усилий в висячих мостах»

На стадии вариантного проектирования для каждого эскиза висячего моста, разработанного на предыдущем этапе, уточняются детальные размеры конструкций, просчитываются объемы и веса конструкций, рассчитываются фундаменты, выполняется вычерчивание вариантов, оценка их стоимости. Вариантное проектирование заканчивается технико-экономическим сравнением показателей каждого варианта и выбором единственного варианта к дальнейшей разработке. На стадии вариантного проектирования можно

воспользоваться моделированием мостов с использованием программно-вычислительных комплексов для уточнения обоснованности выбора размеров конструкций.

1. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов.
2. Технологии составления эскизов и вариантов вантовых мостов.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Вариантное проектирование вантовых мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Особенности работы вантовых мостов. Определение усилий в конструкциях от нагрузки. Построение линий влияния. Регулирование усилий в вантах. Проверки элементов по предельным состояниям.»

На стадии вариантного проектирования для каждого эскиза вантового моста, разработанного на предыдущем этапе, уточняются детальные размеры конструкций, просчитываются объемы и веса конструкций, рассчитываются фундаменты, выполняется вычерчивание вариантов, оценка их стоимости. Вариантное проектирование заканчивается технико-экономическим сравнением показателей каждого варианта и выбором единственного варианта к дальнейшей разработке. На стадии вариантного проектирования можно воспользоваться моделированием мостов с использованием программно-вычислительных комплексов для уточнения обоснованности выбора размеров конструкций.

1. Чем отличается эскиз от варианта вантового или висячего моста?
2. Какие методы используются при назначении генеральных размеров вантовых или висячих мостов?
3. В каких случаях в боковых пролетах трехпролетного висячего моста не назначаются подвески?
4. Как назначается приближенно высота балки вантового и висячего моста?
5. Каковы критерии выбора лучшего эскиза вантового моста?
6. Как назначается диаметр кабеля висячего моста?
7. Какой тип пилонов лучше применять в железнодорожных мостах?
8. По каким показателям выбирается вариант моста?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Расчет висячего моста. Численное моделирование висячего моста. Расчет вантового моста. Численное моделирование вантового моста»

Приводится порядок моделирования вантового моста в ПВК Midas/Civil, порядок излагается на примере трехпролетного автодорожного вантового моста. Район строительства: Иркутская область.

Материалы конструкций: ванты – сталь V1300, балка – сталь 10ХСНД, пилон – железобетон, бетон класса по прочности на сжатие В40. Расчетное сопротивление стали балок – $R_y$=350 МПа, $R_s$=203 МПа, бетона –$R_b$ =20 МПа, $R_{b,mc2}$=19.6 МПа. Временное сопротивление стали вант $R_{un}$ =1300 МПа,

Система моста 100+220+100 м

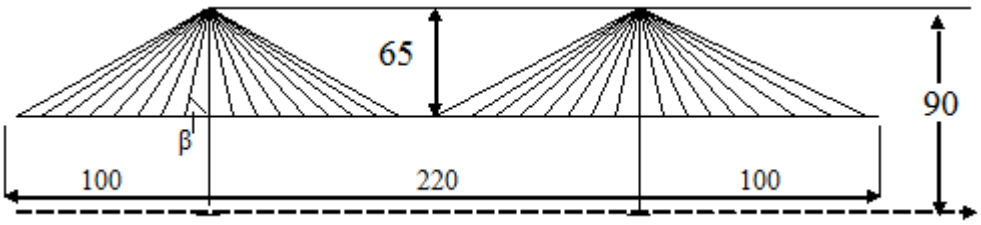



**Рис. Схема трехпролетного вантового моста**

Порядок численного моделирования висячего моста в ПВК Midas/Civil излагается на примере трехпролетного автодорожного висячего моста. Район строительства: Забайкальский край, г. Чита.

Трехпролетный стальной висячий мост под автодорожную нагрузку А-14, Н-14 (2полосы) с габаритом Г-11,5, полоса безопасности 2,0 м.

Материалы конструкций: кабель – сталь V1400, распорка – сталь А600, балка – сталь 15ХСНД, пилон и распорка – сталь 15ХСНД. Расчетное сопротивление стали балок и пилона – $R_y$=295 МПа, $R_s$=171 МПа. Временное сопротивление стали кабеля $R_{un}$ =1500 МПа, стали подвески $R_{un}$ =600 МПа.

Система моста 125+400+125 м (рис.5.1). Высота пилона $H_{пл}$=60.8 м. Стрела провисания кабеля $f=l/12=33,8$ *м*. Ширина стойки пилона по фасаду моста равна $b_n=(1/25)h_{пл}=61/25=2.5$ *м.* Высота металлической балки жесткости $l/150=400/150=2,7$ *м*

**Рис. Схема трехпролетного висячего моста**

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Расчеты вантовых мостов во время строительства. Расчеты висячих мостов во время строительства»

Расчеты вантового и висячего моста, представленные в предыдущем задании, дополняются стадиями монтажа. Выполняется моделирования стадий возведение и проведение основных проверок по нормам на каждой стадии.

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

| Индикатор достижения компетенции | Тема в соответствии с РПД | Характеристика ТЗ | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|---|---|---|---|
| ПК-4.3 | Висячие мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, особенности работы висячей системы, классификация, область применения. Конструкции висячих мостов: кабели, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов. История висячих мостов.XIX-XXI вв | Знать | 5 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Вантовые мосты. Общие сведения: терминология, основные элементы, классификация, область применения. Конструкции вантовых мостов: ванты, опоры, пилоны, балки жесткости. Технологии составления эскизов и и вариантов вантовых мостов. Эскизы и варианты вантовых мостов . История вантовых мостов | Знать | 5 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Вариантное проектирование висячих мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Определение усилий от нагрузки. Особенности расчета висячих мостов с учетом геометрической нелинейности. Определение невыгодных загружений. Проверки по предельным состояниям. Методы определения усилий в висячих мостах | Знать | 5 – ЗТЗ |
| | | Уметь | 2 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | | Знать | 5 – ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Вариантное проектирование вантовых мостов. Назначение размеров. Выбор оптимального варианта. Особенности работы вантовых мостов. Определение усилий в конструкциях от нагрузки. Построение линий влияния. Регулирование усилий в вантах. Проверки элементов по предельным состояниям. | Уметь | 2 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Расчет висячего моста. Численное моделирование висячего моста. Расчет вантового моста. Численное моделирование вантового моста | Знать | - |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | 10 – ЗТЗ<br>5 – ОТЗ |
| ПК-4.3 | Основы динамического расчета. Меры по гашению колебаний висячих и вантовых мостов. Основы аэродинамического расчета. Возникновение колебаний мостов под действием ветра. Определение критической скорости ветра | Знать | 5 – ЗТЗ |
| | | Уметь | 2 – ЗТЗ |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Общие сведения о строительстве висячих мостов. Основные схемы монтажа пилонов, кабелей, балок жесткости. Примеры строительства висячих мостов. | Знать | 5 – ЗТЗ |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Общие сведения о строительстве вантовых мостов. Основные схемы монтажа пилонов, вантов, балок жесткости. Примеры строительства вантовых мостов. | Знать | 5 – ЗТЗ |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Расчеты вантовых мостов во время строительства Расчеты висячих мостов во время строительства | Знать | - |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | 10 – ЗТЗ<br>5 – ОТЗ |
| ПК-4.3 | Опыт эксплуатации вантовых и висячих мостов. Опасные внешние факторы. Повреждения и обрушения. Наблюдения. Особенности содержания – системы мониторинга, лаборатории исследования. | Знать | 5 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Уметь | - |
| | | Владеть | - |
| ПК-4.3 | Область применения разводных мостов. Материалы. Классификация разводных мостов. Конструкции разводных мостов. Примеры современных разводных мостов. Основы расчета разводных мостов. Нагрузки и воздействия. Учет стадий работы разводных мостов. Проверки по прочности и устойчивости. Подбор механизмов перемещения пролетных строений | Знать | 5 – ЗТЗ<br>2 – ОТЗ |
| | | Уметь | 2 – ОТЗ |
| | | Владеть | - |
| | | Итого | 71 – ЗТЗ<br>24 – ОТЗ |

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

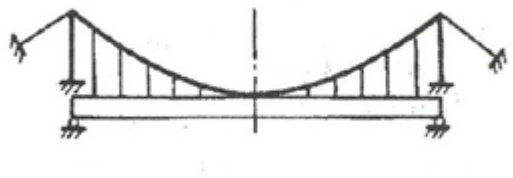
Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

**Образец итогового теста по дисциплине**

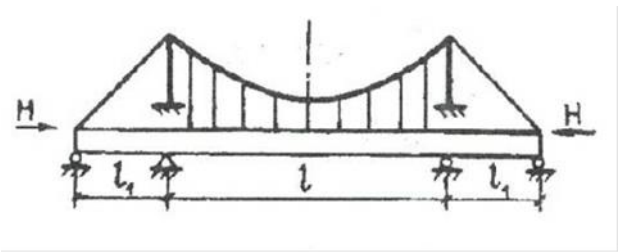
1С Установите соответствие

Обозначьте цифры , соответствующие безраспорному и распорному висячим мостам, показанным на рисунке

1)



2)




Безраспорный 2), распорный -1)

2А Выберите правильный ответ

Какие системы мостов чаще применяются в мировой практике?

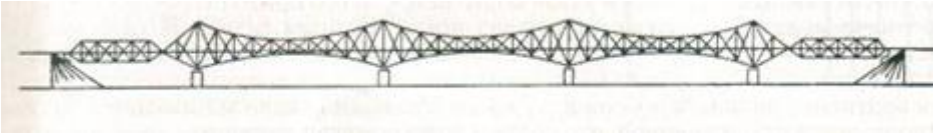
1) однопролетные
2) двухпролетные
3) **трехпролетные**
4) многопролетные

### 1.2.1 Классификация вантовых мостов

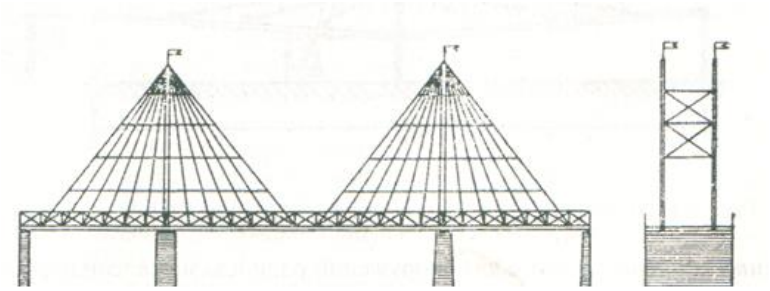
3С –Установите соответствие

Обозначьте цифра, соответствующие типам вантовых мостов на рисункам

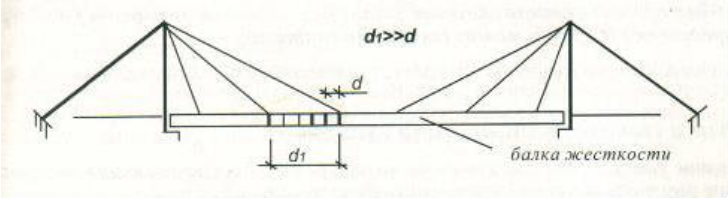
1)



2)



3)




Вантово-балочные мосты -3)

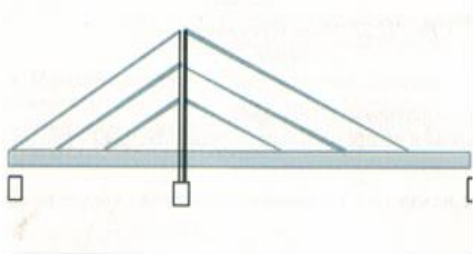
мосты с радиально-вантовыми фермами -2)

вантовые фермы Протасова -1)

4С Установите соответствие

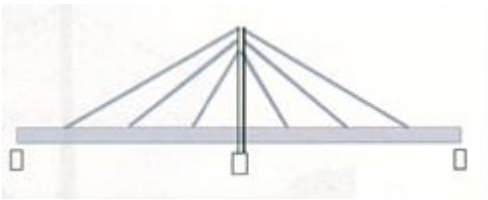
Установите соответствие между типами формы вантовых мостов

1)



2)

3)



Типа «арфа» -1
Лучевая -2
Типа веер -3

**1.2.2 Конструкции вантовых мостов**

5А –Выберите правильный ответ
Назовите систему моста

1) Вантовый мост 2) **мост системы «экстрадоз»**

**1.4.1 Расчеты вантовых мостов**

6А Выберите правильный ответ
Применяется ли в расчете висячего моста метод строительной механики определения усилий от нагрузки по линиям влияния?

1) Да

7А з Выберите правильный ответ
Применяется ли в расчете висячего моста метод строительной механики определения усилий от нагрузки по линиям влияния?

2) Да
3) **Нет**
4) **Нет**

**3.1 Повреждения мостов**

8В з Наберите текстом

Какие причины повреждений вантовых мостов вы знаете?

Коррозия, землетрясение, ветер, удар транспорта

**2.4.1 Разводные мосты**

9А з Выберите правильный ответ
Какие типы разводных мостов применяются в разводных мостах через реку Нева в Санкт-Петербурге (выбрать несколько)

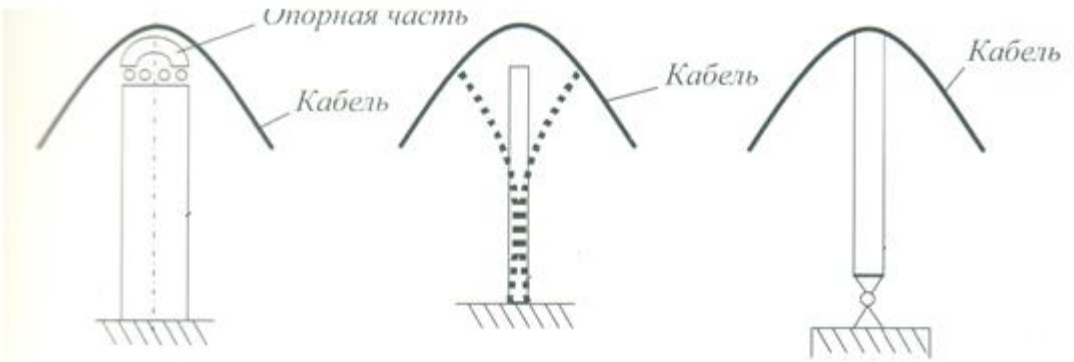
1) **Подъемные**
2) поворотные
3) **Раскрывающиеся**

**1.1.2 Конструкции висячих мостов**

1С Установите соответствие

Установите соответствие между цифрами и типами пилонов

1) 2) 3)




Пилоне с шарнирным опиранием -3

Жесткий пилон 1

Гибкий пилон -2

**1.5.1 Динамический расчет вантовых и висячих мостов**

2А Выберите правильный ответ

Какие параметры проверяются при динамическом расчете вантовых мостов (выбрать несколько)?

1) Прогиб балки
2) **Критическая скорость ветра**
3) **Период и частота колебаний**
4) Амплитуда раскачивания

3А Выберите правильный ответ

Выберите меры повышения аэродинамической устойчивости при больших вертикальных колебаниях (выберите несколько)

1) **повышение изгибной жесткости пролетных строений**
2) **увеличение доли постоянной нагрузки**
3) увеличение ширины моста
4) установка протиоветровых оттяжек

4А Выберите меры повышения аэродинамической устойчивости при больших горизонтальных колебаниях (выберите несколько)

1) повышение изгибной жесткости пролетных строений
2) увеличение доли постоянной нагрузки
3) **увеличение ширины моста**
4) **установка протиоветровых оттяжек**

**2.1.1 Строительство висячих мостов**

5А Выберите правильный ответ
Как монтируется кабель висячих мостов при больших пролетах?
1)вертолетом
2)лебедкой
**3) прядется специальной машинкой из многих проводок**

**1.2.2 Конструкции вантовых мостов**

1А Выберите правильный ответ
Выберите меры повышения жесткости вантово-балочных мостов (несколько)

1) **Продление балки как неразрезной в соседние пролеты.**
2) **Применение железобетонных конструкций балок, пилонов и вант.**
3) Подвешивание кабеля
4) **Применение жестких, иногда наклонных пилонов.**
5) Применение более жесткого фундамента
6) **Применение решетчатых балок жесткости.**

**1.3.1 Расчеты висячих мостов**
2А –Выберите правильный ответ
Что такое геометрическая нелинейность висячего моста?
1) свойство конструкции, при котором внутренние усилия (M N Q) зависят от деформаций самого сооружения;
2) свойство конструкции, при котором внутренние усилия (M N Q) зависят от нелинейности свойств материалов;
3) превышение размера длины относительно размеров поперечного сечения

3А Выберите правильный ответ
Работает ли балка в висячем мосте на собственный вес?
1) Да
2) **нет**

4А Применяется ли в расчете висячего моста метод строительной механики определения усилий от нагрузки по линиям влияния?
1) Да
2) **Нет**

**1.4.1 Расчеты вантовых мостов**

5 А Выберите правильный ответ
С какой целью выполнятся регулирование усилий натяжения вант
1) Для уменьшения усилий в вантах
2) Для регулирования жесткости вантового моста
3) **Для регулирования величины строительного подъема балки**

6А Применяется ли в расчете висячего моста метод строительной механики определения усилий от нагрузки по линиям влияния?

1) **Да**
2) Нет

7А Могут ли работать ванты на сжатие?

1) Да
1) **Нет**

### 1.5.1 Динамический расчет вантовых и висячих мостов

8А Выберите правильный ответ

Что такое параметрический резонанс?

1) изгибно-крутильные самовозбуждающиеся колебания
2) нарастание амплитуд автоколебаний поперек потока воздуха
3) раскачивание
4) перекачка вертикальных колебаний в горизонтальные и наоборот
5) потеря устойчивости от крутильных колебаний

## 3.4 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

**Кафедра «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей»**

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение курсовой работы**
**«Проект вантового (висячего) моста»**

Студенту V курса гр. СЖД.3-____, _____

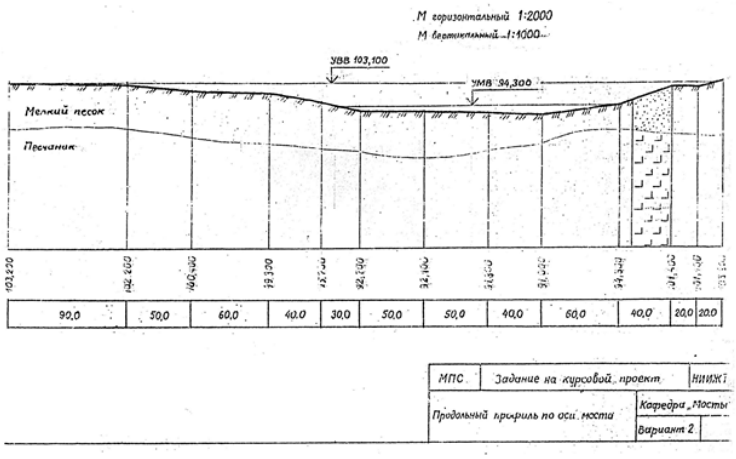
Разработать проект вантового (висячего) моста через судоходную реку при следующих исходных данных:

1. Отверстие моста _____ м
2. Класс внутреннего водного пути _____
3. Назначение моста: автодорожный, городской, пешеходный
4. Основные уровни воды:
   УВВ _____ м
   РСУ _____ м
   УМВ _____ м
5. Профиль мостового перехода _____
6. Расчетная временная нагрузка _____
7. Габариты проезда _____
8. Географическое месторасположение моста _____
9. Срок выполнения курсового проекта _____

«_____» _____20___г

**Руководитель курсового проектирования** _____

Баранов Т.М.




Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. По каким показателям были выбраны варианты моста из рассмотренных эскизов
2. По каким показателям выбран оптимальный вариант моста?
3. Как назначались размеры кабеля (вант) , балок и пилонов?
4. В чем особенности генерации модели висячего моста?
5. Какие граничные условия приняты при численном моделировании моста?
6. Какие рассматривались нагрузки на висячий и вантовый мост и как моделировались ?

7. Как учитывается натяжение вант вантового моста?
8. В чем отличие загружения транспортной нагрузкой вантового и висячего моста и почему?
9. Какие проверки по предельным состояниям выполнялись для разных элементов моста?
10. Как конструируются узлы пересечения кабеля с пилоном и балкой?

### 3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Классификация вантовых мостов
2. Классификация висячих мостов
3. Типы и системы вантовых мостов. Достоинства и недостатки.
4. Типы и системы висячих мостов. Достоинства и недостатки.
5. Кабели висячих мостов
6. Элементы вантовых мостов.
7. Конструкции анкеров кабелей и вант
8. Типы пилонов вантовых и висячих мостов
9. Типы балок жесткости вантовых мостов
10. Системы висячих мостов -однопролетные. двухпролетные, трехпролетные и многопролетные.
11. Системы вантово – балочных мостов -однопролетные. двухпролетные, трехпролетные и многопролетные.
12. Меры повышения жесткости висячих мостов
13. Безраспорные висячие мосты
14. Мосты с радиально-вантовыми фермами. Вантовые фермы Протасова.
15. Меры повышения жесткости вантово-балочных мостов.
16. Вантовые мосты с решетчатыми фермами.
17. Разводные мосты. Конструкции. Особенности.
18. Вантовые и висячие мосты рекордных пролетов.
19. Общие сведения о технологии сооружения висячих мостов.
20. Общие сведения о технологии сооружения вантовых мостов.
21. Мосты экстрадозной системы.
22. Повреждения висячих мостов
23. Повреждения вантовых мостов

### 3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Особенности работы и расчет висячих мостов.
2. Особенности работы и расчет вантовых мостов.
3. Статический расчет вантовых мостов.
4. Динамический расчет вантовых мостов.
5. Статический расчет висячих мостов.
6. Динамический расчет висячих мостов.
7. Аэродинамическая устойчивость и ее проверка в вантовых и висячих мостах.
8. Мероприятия для уменьшения динамических воздействий в вантовых и висячих мостах.
9. Работа и расчет пилонов вантовых и висячих мостов.
10. Работа и расчет железобетонных балок жесткости в вантовых и висячих мостах.
11. Работа и расчет металлических балок жесткости в вантовых и висячих мостах.
12. Работа и расчет вантов в вантовых мостах, расчет кабеля висячего моста.

13. Регулирование усилий в вантовых мостах.

Вариантное проектирование вантовых и висячих мостов.

### 3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Технологии составления эскизов и вариантов висячих мостов
2. Расчет висячих мостов на ПВК Midas
3. Расчет вантовых мостов на ПВК Midas
4. Расчет висячих мостов на ПВК Midas в период строительства
5. Расчет вантовых мостов на ПВК Midas в период строительства

## 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

| Наименование оценочного средства | Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения |
|---|---|
| Собеседование | Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия |
| Курсовая работа | Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия.<br>В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты |

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

**Образец экзаменационного билета**

| | | |
|---|---|---|
| ИРГУПС<br>2023-2024г.г. | **Экзаменационный билет № 1**<br>по дисциплине **Вантовые и висячие мосты** | Утверждаю :<br>Зав.кафедрой<br>СЖДМТ<br>Титов К.М.<br>_____ |
| 1. Типы и системы висячих мостов. Достоинства и недостатки.<br>2. Аэродинамическая устойчивость и ее проверка в вантовых и висячих мостах | | |