

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



Декан факультета С. А. Яременко

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Металлические конструкции»**

**Направление подготовки** 21.03.01 Нефтегазовое дело

**Профиль** "Проектирование, строительство и эксплуатация  
газонефтепроводов и газонефтехранилищ"

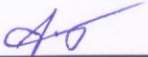
**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 5 лет

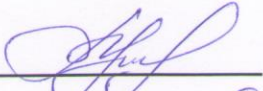
**Форма обучения** очная / очно-заочная

**Год начала подготовки** 2019

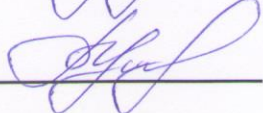
Автор программы

 /Панин А.В./

И.о. заведующего кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

 /Тульская С.Г./

Руководитель ОПОП

 /Тульская С.Г./

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Цель преподавания дисциплины заключается в подготовке бакалавра, знающего основы расчёта и конструирования металлических конструкций зданий и сооружений.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- выработка понимания основ работы элементов металлических конструкций зданий и сооружений;
- знание принципов рационального проектирования металлических конструкций с учетом требований изготовления, монтажа и эксплуатационной надежности на основе технико-экономического анализа;
- формирование навыков конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматического проектирования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Металлические конструкции» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Металлические конструкции» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья

ПК-2 - способность эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

ПК-14 - способность выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                                                                                                        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | знать методы решения практических задач, используя технологические процессы в строительстве, ремонте эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья |
|                    | уметь определять технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья                               |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | владеть методиками расчета деталей, узлов и конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, методами компьютерного анализа прочности конструкции                                                                                                                                           |
| ПК-2  | знать способы эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, используемые при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья         |
|       | уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья                |
|       | владеть способностью эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья |
| ПК-14 | знать элементы эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                                                                                                                                                               |
|       | уметь выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                                                                                                                       |
|       | владеть навыками выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                                                                                                            |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Металлические конструкции» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы               | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   |             | 5        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | 72          | 72       |
| В том числе:                      |             |          |
| Лекции                            | 36          | 36       |
| Практические занятия (ПЗ)         | 18          | 18       |
| Лабораторные работы (ЛР)          | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>     | 72          | 72       |

|                                         |     |     |
|-----------------------------------------|-----|-----|
| <b>Курсовой проект</b>                  | +   | +   |
| Часы на контроль                        | 36  | 36  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +   | +   |
| Общая трудоемкость:                     |     |     |
| академические часы                      | 180 | 180 |
| зач.ед.                                 | 5   | 5   |

#### **очно-заочная форма обучения**

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры   |
|-----------------------------------------|-------------|------------|
|                                         |             | 6          |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | <b>48</b>   | <b>48</b>  |
| В том числе:                            |             |            |
| Лекции                                  | 16          | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)               | 16          | 16         |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 16          | 16         |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | <b>105</b>  | <b>105</b> |
| <b>Курсовой проект</b>                  | <b>+</b>    | <b>+</b>   |
| Часы на контроль                        | 27          | 27         |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +          |
| Общая трудоемкость:                     |             |            |
| академические часы                      | 180         | 180        |
| зач.ед.                                 | 5           | 5          |

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

#### **очная форма обучения**

| № п/п | Наименование темы                  | Содержание раздела                                                                                                                                                              | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Введение в дисциплину              | Краткий исторический обзор развития металлических конструкций (МК) в России и за рубежом. Цель изучения дисциплины.                                                             | 6    | 2         | 4         | 8   | 20         |
| 2     | Основы металлических конструкций   | Материалы МК. ГОСТы и ТУ на них. Работа стро-ительных сталей под нагрузкой. Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Сортамент, Стадии проектирования. | 6    | 2         | 2         | 8   | 18         |
| 3     | Основы металлических конструкций   | Сварные соединения. Виды сварных соединений. Расчет и конструирование стыковых и угловых швов. Правила конструирования.                                                         | 4    | 2         | 2         | 8   | 16         |
| 4     | Основы металлических конструкций   | Болтовые соединения. Виды болтов в металло-строительстве. Расчет и конструирование болтовых соединений.                                                                         | 4    | 2         | 2         | 8   | 16         |
| 5     | Элементы металлических конструкций | Балки и балочные конструкции. Работа изгибаемых элементов в упругой и пласти-ческой стадиях. Подбор сечений прокатных балок: сбор нагрузок, определение усилий,                 | 4    | 2         | 2         | 10  | 18         |

|              |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |           |           |           |            |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |                                    | проверка жёсткости.                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |           |           |           |            |
| 6            | Элементы металлических конструкций | Составные балки: расчётные схемы, назначение высоты, подбор сечения, расчет и конструирование опорных частей. Проверка местной и общей устойчивости. Сопряжения балок.                                                                                                                          | 4         | 2         | 2         | 10        | 18         |
| 7            | Элементы металлических конструкций | Колонны и стержни, работающие на центральное сжатие. Предельные состояния. Компоновка сечений сплошных и сквозных колонн. Проверка прочности, общей и местной устойчивости. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных колонн. Расчет и конструирование баз и оголовков колонн. | 4         | 2         | 2         | 10        | 18         |
| 8            | Листовые металлические конструкции | Оболочки вращения; области применения, геометрия, особенности напряжённого состояния, расчёт на прочность и устойчивость                                                                                                                                                                        | 4         | 4         | 2         | 10        | 20         |
| <b>Итого</b> |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>72</b> | <b>144</b> |

### очно-заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                  | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                      | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Введение в дисциплину              | Краткий исторический обзор развития металлических конструкций (МК) в России и за рубежом. Цель изучения дисциплины.                                                                                                                                     | 2    | 2         | 2         | 12  | 18         |
| 2     | Основы металлических конструкций   | Материалы МК. ГОСТы и ТУ на них. Работа строительных сталей под нагрузкой. Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Сортамент, Стадии проектирования.                                                                          | 2    | 2         | 2         | 12  | 18         |
| 3     | Основы металлических конструкций   | Сварные соединения. Виды сварных соединений. Расчет и конструирование стыковых и угловых швов. Правила конструирования.                                                                                                                                 | 2    | 2         | 2         | 12  | 18         |
| 4     | Основы металлических конструкций   | Болтовые соединения. Виды болтов в металло-строительстве. Расчет и конструирование болтовых соединений.                                                                                                                                                 | 2    | 2         | 2         | 14  | 20         |
| 5     | Элементы металлических конструкций | Балки и балочные конструкции. Работа изгибаемых элементов в упругой и пластической стадиях. Подбор сечений прокатных балок: сбор нагрузок, определение усилий, проверка жёсткости.                                                                      | 2    | 2         | 2         | 14  | 20         |
| 6     | Элементы металлических конструкций | Составные балки: расчётные схемы, назначение высоты, подбор сечения, расчет и конструирование опорных частей. Проверка местной и общей устойчивости. Сопряжения балок.                                                                                  | 2    | 2         | 2         | 14  | 20         |
| 7     | Элементы металлических конструкций | Колонны и стержни, работающие на центральное сжатие. Предельные состояния. Компоновка сечений сплошных и сквозных колонн. Проверка прочности, общей и местной устойчивости. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных колонн. Расчет и | 2    | 2         | 2         | 14  | 20         |

|       |                                    |                                                                                                                          |    |    |    |     |     |
|-------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|-----|-----|
|       |                                    | конструирование баз и оголовков колонн.                                                                                  |    |    |    |     |     |
| 8     | Листовые металлические конструкции | Оболочки вращения; области применения, геометрия, особенности напряжённого состояния, расчёт на прочность и устойчивость | 2  | 2  | 2  | 13  | 19  |
| Итого |                                    |                                                                                                                          | 16 | 16 | 16 | 105 | 153 |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Материалы МК. ГОСТы и ТУ на них. Работа стали под нагрузкой. Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Сортамент. Расчет и конструирование стыковых и угловых швов. Расчет и конструирование болтовых соединений.

2. Работа изгибаемых элементов в упругой и пластической стадиях. Сбор нагрузок, определение усилий, подбор сечений прокатных балок. Проверка по второму предельному состоянию. Расчет и конструирование опорных частей. Сопряжения балок. Работа центрально сжатых стержней. Типы сечений колонн. Подбор и проверка сечений сплошных и сквозных колонн. Расчет соединительных элементов сквозных колонн. Базы и оголовки колонн.

3. Основы расчёта оболочек вращения на прочность и устойчивость.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 5 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Балочные стальные конструкции. Расчёт и проектирование»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- знать работу материалов, элементов и соединений, принципы проектирования, основы изготовления и монтажа конструкций;
- определять работу под нагрузкой основных типов конструктивных элементов (балки, колонны, фермы);
- научиться основным требованиям проектирования листовых металлических конструкций (резервуары, газгольдеры).
- применять методы рационального проектирования;
- конструировать элементы, узлы и соединения.
- владеть инженерным подходом к проектированию конструктивных систем, навыками конструирования и расчета элементов.

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО

## ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                               | Критерии оценивания                                                          | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-1        | знать методы решения практических задач, используя технологические процессы в строительстве, ремонте эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь определять технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья                               | Решение стандартных практических задач.                                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть методиками расчета деталей, узлов и конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, методами компьютерного анализа прочности конструкции                                                                            | Решение прикладных задач в конкретной предметной области.                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-2        | знать способы эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, используемые при строительстве,                                                                                                                        | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                              |                                                               |                                                                 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|       | ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья                                                                                                                  |                                                                              |                                                               |                                                                 |
|       | уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья                | Решение стандартных практических задач.                                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | владеть способностью эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья | Решение прикладных задач в конкретной предметной области.                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-14 | знать элементы эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                                                                                                                                                               | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | уметь выполнять отдельные элементы проектов на стадиях                                                                                                                                                                                                                                         | Решение стандартных практических задач.                                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в                    | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в                    |



|  |                                                                                                                     |                                                           |                                                               |                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|  | эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                   |                                                           | рабочих программах                                            | рабочих программах                                              |
|  | владеть навыками выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования | Решение прикладных задач в конкретной предметной области. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                               | Критерии оценивания                    | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-1        | знать методы решения практических задач, используя технологические процессы в строительстве, ремонте эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья | Тест                                   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь определять технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья                               | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть методиками                                                                                                                                                                                                              | Решение прикладных                     | Задачи решены в                                        | Продемонстрирован                                                                     | Продемонстрирован верный                                 | Задачи не решены                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|      | расчета деталей, узлов и конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, методами компьютерного анализа прочности конструкции                                                                                                                                                      | задач в конкретной предметной области                    | полном объеме и получены верные ответы                 | верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах                   | ход решения в большинстве задач                          |                                      |
| ПК-2 | знать способы эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, используемые при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья | Тест                                                     | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|      | уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья        | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|      | владеть способностью эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при                                                                                                                                                                                      | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|       |                                                                                                                                                                                              |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|       | строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
| ПК-14 | знать элементы эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                                                             | Тест                                                     | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|       | уметь выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                                     | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|       | владеть навыками выполнять отдельные элементы проектов на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования                                                                          | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

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

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Нагрузки, действующие на сооружение или его отдельные части весь период эксплуатации:
  - периодические;
  - временные;
  - постоянные;
- Какое из этих допущений не применяется для расчета ферм?
  - узлы ферм считаются жесткими;
  - узлы ферм считаются шарнирными;
  - все внешние нагрузки прикладываются в узлы;
  - веса стержней пренебрежимо малы

Д. циклические.

3. Чему равна нагрузка от собственного веса 5метровой балки из двутавра 35Ш1?

А. 2600кН;

Б. 53,6 кН;

В. 2.6 кН;

Г. 0,54 кН.

4. Какие болты используются для соединения металлических конструкций:

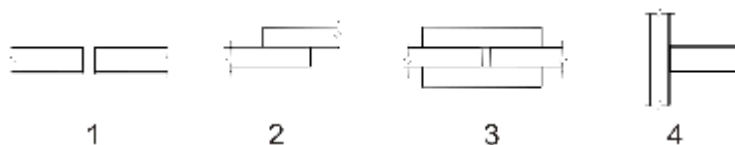
А. точные и грубые;

Б. обычные и высокопрочные;

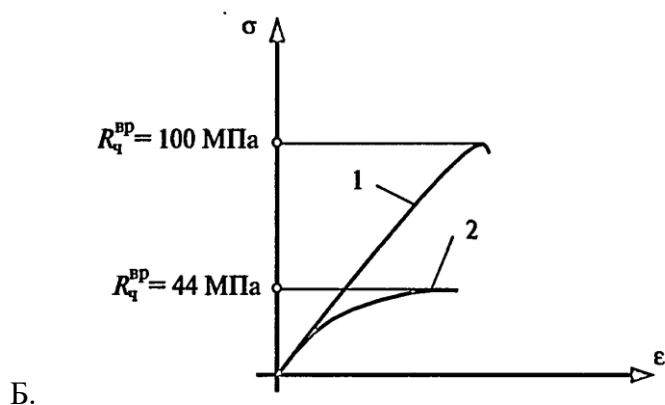
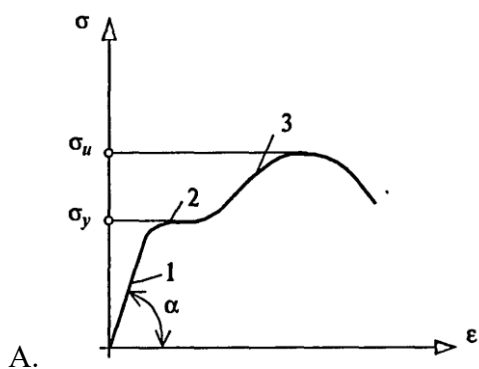
В. шестигранные;

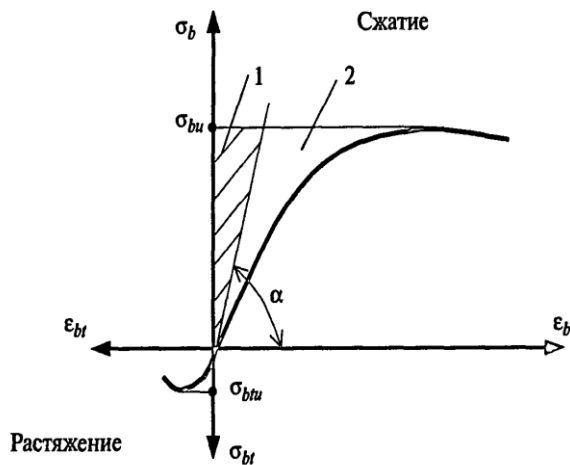
Г. все ответы правильные.

5. Под каким номером на рисунке показано соединение металлических элементов внахлѣст?



6. Какая из приведенных ниже диаграмм соответствует диаграмме напряжений и деформаций стали?





В.

Г. нет правильного варианта.

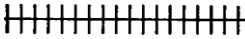
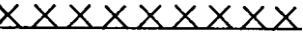
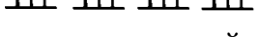
7. Колонны рассчитываются как...
  - А. изгибаемые элементы;
  - Б. скручиваемые элементы;
  - В. сжатые стойки;
  - Г. фермы.
8. В расчете по второй группе предельных состояний берут \_\_\_\_\_ значения нагрузок
  - А. нормативные;
  - Б. расчетные;
  - В. постоянные;
  - Г. возможные.
9. Оптимальная высота балки определяется из условия:
  - А. оптимального распределения нагрузки;
  - Б. минимального расхода стали;
  - В. оптимальное соотношение прочности и жесткости;
  - Г. нет правильного варианта.
10. Какие расчёты выполняют для I группы предельного состояния:
  - А. по несущей способности (прочности, устойчивости);
  - Б. по ограничению предельных деформаций;
  - В. по допустимым напряжениям и деформациям;
  - Г. на основное сочетание нагрузок.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Чему равен предел текучести материала болта класса прочности 8.8?
  - А. 80кН/м<sup>2</sup>;
  - Б. 64кН/мм<sup>2</sup>;
  - В. 80кН/см<sup>2</sup>;
  - Г. 64кН/см<sup>2</sup>.
2. Что в маркировке стали С275 обозначает буква С:
  - А. сталь;
  - Б. строительная;
  - В. специальная;
  - Г. с добавками

3.  $R_y$  - это:
- А. Нормативное сопротивление стали по пределу прочности;
  - Б. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести;
  - В. Нормативное сопротивление стали по пределу текучести.
4. Переведите значение расчетного сопротивления  $R_y=270\text{МПа}$  в  $\text{кН/м}^2$
- А. 27;
  - Б. 2 700;
  - В. 27 000;
  - Г. 270 000.
5. Какие виды сварных швов используются при сварке металлических элементов:
- А. внахлест, встык, с накладками, в тавр;
  - Б. встык и угловой шов;
  - В. болтовые, шпоночные, с врубками, на клею;
  - Г. под флюсом с использованием проволоки без обмазки.
6. Как крепится к фундаменту нижняя часть металлических колонн каркаса:
- А. через уширенную часть, которая называется базой, анкерными болтами;
  - Б. с использованием соединений в виде врубок анкерными болтами;
  - В. через уширенную часть, которая называется консолью, анкерными болтами;
  - Г. через уширенную часть, которая называется стволом, анкерными болтами.
7. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести для листа стали С285 толщиной 14мм равно:
- А. 260МПа;
  - Б. 285 Мпа;
  - В. 245 Мпа;
  - Г. 380 Мпа.
8. У какой из этих конструкций расчетная схема при эксплуатации кардинально отличается от расчетной схемы при транспортировке?
- А. колонна;
  - Б. фундаментная балка;
  - В. ферма;
  - Г. у всех.
9. Какие расчёты выполняют для II группы предельного состояния:
- А. на основное сочетание нагрузок;
  - Б. ограничения предельных деформаций – прогибов, образования и раскрытия трещин, крена;
  - В. на особое сочетание нагрузок;
  - Г. по несущей способности (прочности, устойчивости).
10. Диаметр отверстий для болтов класса точности В не должен отличаться от диаметра болта более чем на
- А. 1мм;
  - Б. 3мм;
  - В. 0.5 мм;
  - Г. 0.25мм.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На каком минимальном расстоянии друг от друга можно разместить болты М20 в направлении усилия болтового соединения?  
А. 55мм;  
Б. 40мм;  
В. 70мм;  
Г. 100мм.
2. Выдержит ли балка из двутавра 30Б1 ( $A=40.6 \text{ см}^2$  и  $W_x=424.1 \text{ см}^3$ ) из стали С245 ( $R_y=235 \text{ МПа}$ ) нагрузку  $M=68 \text{ кНм}$ ?  
А. выдержит;  
Б. нет;  
В. недостаточно данных.
3. При отсутствии физических методов контроля расчетное сопротивление сварного стыкового шва:  
А.  $R_{wy}=0.85R_y$ ;  
Б.  $R_{wy}=R_y$ ;  
В.  $R_{wy}=0.55R_y$ ;  
Г.  $R_{wy}=R_y$ .
4. Как обозначается на чертеже монтажный сварной шов стыкового соединения с невидимой стороны?  
а)   
б)   
в)   
г) 
5. В расчете по второй группе предельных состояний берут \_\_\_\_\_ значения нагрузок  
А. нормативные;  
Б. расчетные;  
В. постоянные;  
Г. возможные.
6. Какие виды сварных швов используются при сварке металлических элементов:  
А. внахлест, встык, с накладками, в тавр;  
Б. встык и угловой шов;  
В. болтовые, шпоночные, с врубками, на клею;  
Г. под флюсом с использованием проволоки без обмазки.
7. Что в маркировке стали С255 обозначает буква С:  
А. сталь;  
Б. строительная;  
В. специальная;  
Г. с добавками
8. Переведите значение расчетного сопротивления  $R_y=280 \text{ МПа}$  в  $\text{кН/м}^2$   
А. 28;  
Б. 2 800;  
В. 28 000;  
Г. 280 000.
9. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести для листа стали С255

толщиной 6 мм равное:

А. 250МПа;

Б. 285 Мпа;

В. 245 Мпа;

Г. 380 Мпа.

10. Колонны рассчитываются как...

А. изгибаемые элементы;

Б. скручиваемые элементы;

В. сжатые стойки;

Г. фермы.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Выбор стали для строительных конструкций. Сортамент.

2. Принцип расчета металлических конструкций по предельным состояниям.

3. Нагрузки и воздействия; сочетания нагрузок; их нормативные и расчетные значения.

4. Классификация сварных швов и соединений и требования к ним.

5. Расчет и конструирование стыковых сварных соединений при действии растягивающих усилий.

6. Расчет и конструирование нахлесточных сварных соединений при действии продольных и поперечных сил.

7. Конструктивные требования к сварным соединениям.

8. Виды болтов, применяемых в строительных конструкциях. Классы прочности и точности.

9. Работа, расчет и конструирование болтовых соединений без контролируемого натяжения болтов.

10. Работа, расчет и конструирование фрикционных соединений на высокопрочных болтах.

11. Основы работы и расчета изгибаемых элементов. Понятие о пластическом шарнире. Учет развития пластических деформаций при расчете балок.

12. Конструирование узлов опирания балок на колонны.

13. Конструирование узлов сопряжений второстепенных и главных балок (этажных и в одном уровне).

14. Основы расчета центрально сжатых элементов. Понятие об устойчивости. Типы сечений центрально сжатых колонн.

15. Подбор, проверка сплошного сечения и конструирование центрально сжатых колонн.

16. Расчет и конструирование базы центрально сжатой колонны сплошного сечения.

17. Конструирование и расчет оголовка колонн сплошного сечения.

18. Расчет и конструирование сквозных центрально сжатых колонн. Понятие о приведенной гибкости.



19. Особенности конструирования базы и оголовка центрально сжатой сквозной колонны.

20. Геометрия оболочек вращения. Радиусы кривизны.

21. Уравнение Лапласа для безмоментного напряжённого состояния.

22. Области моментного напряжённого состояния. Усилия в оболочках вращения при воздействии осесимметричной нагрузки.

23. Проверка прочности оболочек вращения в области моментного напряжённого состояния.

24. Условия устойчивости оболочек вращения.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                                                         |
|-------|------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Введение в дисциплину                    | ПК-1, ПК-2, ПК-14              | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 2     | Основы металлических конструкций         | ПК-1, ПК-2, ПК-14              | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 3     | Основы металлических конструкций         | ПК-1, ПК-2, ПК-14              | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 4     | Основы металлических конструкций         | ПК-1, ПК-2, ПК-14              | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 5     | Элементы металлических                   | ПК-1, ПК-2, ПК-14              | Тест, контрольная работа,                                                                                |

|   |                                    |                   |                                                                                                          |
|---|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | конструкций                        |                   | защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....                           |
| 6 | Элементы металлических конструкций | ПК-1, ПК-2, ПК-14 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 7 | Элементы металлических конструкций | ПК-1, ПК-2, ПК-14 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |
| 8 | Листовые металлические конструкции | ПК-1, ПК-2, ПК-14 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.... |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература

1. Цай, Т. Н. Строительные конструкции. Железобетонные

конструкции [Электронный ресурс] / Цай Т. Н. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 464 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1314-0.

URL: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=9468](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9468)

2. Мандриков, А. П. Примеры расчета металлических конструкций [Электронный ресурс] / Мандриков А. П., - 3-е изд., стер. - : Лань, 2012. - 432 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1315-7.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=9466](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9466)

3. Колодёжнов, С.Н. Балочные стальные конструкции. Расчёт и проектирование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.В. Панин; Д.Н. Кузнецов; С.Н. Колодёжнов; ред. А.В. Панин. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 74 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/59109.html>

4. Стальной каркас промышленного здания: учеб.- метод. пособие А.В.Панин, Н.А. Лисицын; Воронеж. гос. арх. – строит. ун-т. – Воронеж, 2008. 56 с.

5. Горев В.В. Металлические конструкции : Учебник для вузов. Т.2 : Конструкции зданий / Под ред. В.В.Горева . - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2002. - 527 с.

#### Дополнительная литература

1. Панин, Анатолий Васильевич. Вертикальные цилиндрические резервуары. Расчет и проектирование [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01 "Строительство", 08.05.01 "Строительство уникальных зданий и сооружений", 21.03.01 "Нефтегазовое дело", 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2015 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий Воронежского ГАСУ, 2015). - 96 с. : ил. - Библиогр.: с. 92 (10 назв.). - ISBN 978-5-89040-577-7 : 70-00.

2. Абдулхаков, К.А. Расчет на прочность элементов конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Г. Сидорин; В.М. Котляр; К.А. Абдулхаков. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 119 с. - ISBN 978-5-7882-1324-8.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/62576.html>

3. Горев В.В. Металлические конструкции : учебник : в 3 т. Т. 1 : Элементы конструкций / под ред. В. В. Горева . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2001. - 551 с.

4. Горев В.В. Металлические конструкции [Текст] : учебник для вузов : в 3 т. : рек. МО РФ. Т. 3 : Специальные конструкции и сооружения / под ред. В. В. Горева. - изд. 3-е, испр. - М. : Высш. шк., 2005 (Смоленск : ФГУП Смолен. обл. тип. им. В. И. Смирнова, 2005). - 544 с. : ил. - Библиогр.: с. 539 (11 назв.). -

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**Лицензионное программное обеспечение**

- Microsoft Office Word 2013/2007;
- Microsoft Office Excel 2013/2007;
- Microsoft Office Power Point 2013/2007;
- Гранд-Смета;
- Acrobat Professional 11.0 MLP;
- Maple v18;
- AutoCAD;
- 7zip;
- PDF24 Creator;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Российское образование. Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, Вузы, ... код доступа: <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

**Информационные справочные системы**

- Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам», код доступа: <http://window.edu.ru>;
- ВГТУ: wiki, код доступа: <https://wiki.cchgeu.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>

**Современные профессиональные базы данных**

- East View, код доступа: <https://dlib.eastview.com/>
- Academic Search Complete, код доступа: <http://search.ebscohost.com/>
- Нефтегаз.ру, код доступа: <https://neftegaz.ru/>
- «Геологическая библиотека» – интернет-портал специализированной литературы, код доступа: <http://www.geokniga.org/maps/1296>
- Электронная библиотека «Горное дело», код доступа: <http://www.bibl.gorobr.ru/>
- «ГОРНОПРОМЫШЛЕННИК» – международный отраслевой ресурс, код

доступа: <http://www.gornoprom.ru/>  
– MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY –  
Информационно-аналитический портал, код доступа:  
<http://www.infomine.com/>

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

Материально-техническая база включает:

- Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном.
- Учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием. Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками.
- Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет".
- Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в образовательный портал ВГТУ.

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

По дисциплине «Металлические конструкции» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета металлических конструкций в нефтегазовой отрасли. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | <p>термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>                                                                                                                                                                                                  |
| Практическое занятие                  | <p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Лабораторная работа                   | <p>Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>                                                                                                                                             |
| Самостоятельная работа                | <p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | <p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |