

## **Аннотация**

### **к рабочей программе дисциплины**

### **«Устойчивость узлов нагрузки»**

### **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

### **профиль «Электроснабжение»**

#### **Цель преподавания дисциплины**

Курс знакомит студентов с математической формулировкой основных задач анализа режимов работы и устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, а также управления этими режимами.

#### **Задачи изучения дисциплины**

Достижение знания математической постановки и программной реализации задач расчета устойчивости узлов нагрузки и управления режимами их работы. В результате изучения дисциплины «Устойчивость узлов нагрузки» студент должен знать:

теоретические и практические методы расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем и управления режимами их работы; уметь: применять навыки расчета режимов работы и устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем при сложном характере нагрузки узла; владеть: основными методами научных расчетов, в том числе с использованием современных программных сред.

#### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

-Проводит маркетинговые исследования научно-технической информации (ПК-2.1).

-Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта и результатов экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности (ПК-2.2).

-Готовит предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов (ПК-2.3).

#### **Разделы дисциплины**

1. Введение.

2. Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения.

3. Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях.

4. Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях.

5. Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

механико-технологического

(наименование ф-та полностью)

И.П. Емельянов

(подпись, инициалы, фамилия)

« 24 » 06 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устойчивость узлов нагрузки

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) «Электроснабжение»

(наименование направленности (профиля) / специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС-3 – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 от «29» марта 2019 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение» на заседании кафедры электроснабжения протокол № 22 от «21» 06 2019 г.  
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Горлов А.Н.  
(подпись)

Разработчик программы \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Алябьев В.Н.  
(подпись)

Согласовано:

(согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости с руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры электроснабжения пр. №11 от 22.06.20  
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Горлов А.Н.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры электроснабжения пр. №10 от 30.06.21  
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Горлов А.Н.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры электроснабжения пр. №11 от 28.06.22  
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Горлов А.Н.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 4 от «25» 02 2020 г.), на заседании кафедры электроснабжения № 10 от 04.07.23

И.О. Зав. кафедрой Вармачева И.В. (наименование, протокол №, дата)  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от «25» 06 2021 г.), на заседании кафедры электроснабжения № 12 от 23.05.23, протокол № 14 от 28.06.2024.

Зав. кафедрой Семикова И.Е. (наименование, протокол №, дата)  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 4 от «28» 02 2022 г.), на заседании кафедры электроснабжения № 3 от 24.06.25.

И.О. Зав. кафедрой Вармачева И.В. (наименование, протокол №, дата)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № 12 от «29» 05 2023 г.), на заседании кафедры электроснабжения № 11 от 26.06.26.

Зав. кафедрой Вармачева И.В. (наименование, протокол №, дата)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № от « » 20 г.), на заседании кафедры электроснабжения.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ (наименование, протокол №, дата)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение», одобренного Ученым советом университета (протокол № от « » 20 г.), на заседании кафедры электроснабжения.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ (наименование, протокол №, дата)

# 1. Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Освоение студентами математической формулировкой основных задач анализа режимов работы и устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, а также управления этими режимами.

## 1.2 Задачи дисциплины

- освоение основных задач анализа режимов работы и устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем;
- получение практических навыков расчета устойчивости узлов нагрузки;
- формирование навыков выполнения исследований и работы с пакетами прикладных программ.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Сопоставление результатов обучения по дисциплине с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

| Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной) |                                                                                                           | Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной                                                                        | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| код компетенции                                                                                                                | наименование компетенции                                                                                  |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ПК-2                                                                                                                           | Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | ПК-2.1 Проводит маркетинговые исследования научно-технической информации                                                                                  | <p><b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем.</p> <p><b>Уметь:</b> применять навыки расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем, в том числе в выполнении исследовательских работ</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для выполнения расчётов режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> |
|                                                                                                                                |                                                                                                           | ПК-2.2 Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта и результатов экспериментов и исследований в об- | <p><b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Уметь</b> применять навыки расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, в том числе в выполнении исследовательских работ</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для вы-</p>                                                                                    |

| Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной) |                          | Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной                                                                          | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| код компетенции                                                                                                                | наименование компетенции |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                |                          | ласти профессиональной деятельности                                                                                                                         | полнения расчётов устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                |                          | ПК-2.3 Готовит предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов | <p><b>Знать:</b>. методы физического и математического моделирования и их методику, методы корректной аналитической и численной обработки результатов</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные методы научных расчетов, в том числе с использованием современных программных сред, работать с научной и справочной литературой</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> методами планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований, основными методами научных расчетов и численной обработки результатов, в том числе с использованием современных программных сред</p> |

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Устойчивость узлов нагрузки» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение». Дисциплина изучается на 4 курсе обучения в 7 семестре.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объём дисциплины

| Виды учебной работы                                                             | Всего, часов |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины                                                   | 108          |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | 36,1         |
| в том числе:                                                                    |              |
| лекции                                                                          | 18           |

| Виды учебной работы                                         | Всего, часов    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| лабораторные занятия                                        | 0               |
| практические занятия                                        | 18              |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего)                  | 71,9            |
| Контроль (подготовка к экзамену)                            | 0               |
| Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР) | 0,1             |
| в том числе:                                                |                 |
| зачет                                                       | 0,1             |
| зачет с оценкой                                             | не предусмотрен |
| курсовая работа (проект)                                    | не предусмотрен |
| экзамен (включая консультацию перед экзаменом)              | не предусмотрен |

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины                                                    | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Введение                                                                    | Задачи курса и их общая характеристика. Место курса в системе обучения по направлению 140400. Общие сведения об узлах нагрузки электрических систем. Общая характеристика методов исследования устойчивости в электрических системах.                                                                                                                                |
| 2     | Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения                 | Статические и динамические характеристики нагрузки. Влияние нагрузки на статическую устойчивость системы электроснабжения. Расчет статической устойчивости по действительному пределу мощности.                                                                                                                                                                      |
| 3     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях  | Учет влияния электрической сети на устойчивость узла нагрузки. Влияние компенсации реактивной мощности на устойчивость узла нагрузки. Лавина напряжения. Опрокидывание двигателей. Использование статических характеристик.                                                                                                                                          |
| 4     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях | Наброс нагрузки на электродвигатели. Пуск синхронных и асинхронных двигателей. Самозапуск синхронных и асинхронных двигателей. Самовозбуждение асинхронных двигателей во время пуска при последовательной емкостной компенсации в сети.                                                                                                                              |
| 5     | Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения           | Классификация мероприятий по повышению устойчивости систем электроснабжения. Использование регуляторов электростанций. Использование устройств релейной защиты и автоматики. Влияние регулирования возбуждения синхронных двигателей на режим и устойчивость узлов нагрузки. Мероприятия по повышению устойчивости на стадии проектирования систем электроснабжения. |

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

| №<br>п/п | Раздел (тема)<br>дисциплины                                                  | Виды деятельности |       |       | Учебно-методические материалы     | Формы текущего контроля успеваемости<br>(по неделям семестра) | Компетенции |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|
|          |                                                                              | лек час           | № лаб | № пр. |                                   |                                                               |             |
| 1        | Введение                                                                     | 2                 |       | 1     | У1, МУ-1, МУ-2                    | С<br>(2-я нед.)                                               | ПК-2        |
| 2        | Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения                  | 4                 |       | 2     | У1,У2,У-3, У-7<br>МУ1,МУ-2        | С<br>(4-я нед.)                                               | ПК-2        |
| 3        | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях   | 4                 |       | 3     | У1,У2,У-3<br>МУ1,МУ-2             | С<br>(8-я нед.)                                               | ПК-2        |
| 4        | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях. | 4                 |       | 4     | У1,У4,У-5, У3, У4,У-6<br>МУ1,МУ-2 | С<br>(12-я нед.)                                              | ПК-2        |
| 5        | Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения .          | 4                 |       | 5     | У1, У2, У3, У4,<br>МУ1,МУ-2       | С<br>(16-я нед.)                                              | ПК-2        |

С – собеседование.

## 4.2 Лабораторные работы и практические занятия

### 4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

| №     | Наименование лабораторной работы                                            | Объем, час. |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | Вводное занятие. Изучение пакета программ GNU Octave                        | 2           |
| 2     | Характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения                       | 4           |
| 3     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях  | 4           |
| 4     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях | 6           |
| 5     | Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения           | 6           |
| Итого |                                                                             | 22          |

## 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

| № раздела (темы) | Наименование раздела (темы) дисциплины                                       | Срок выполнения (неделя) | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час. |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|
| 1                | Введение                                                                     | 2                        | 4                                            |
| 2                | Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения                  | 4                        | 16                                           |
| 3                | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях   | 8                        | 16                                           |
| 4                | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях. | 12                       | 19,9                                         |

|       |                                                                     |    |      |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|------|
| 5     | Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения . | 16 | 16   |
| Итого |                                                                     |    | 71,9 |

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - тем рефератов;
  - вопросов к экзамену;
  - методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках курса предусмотрены встречи с ведущими специалистами ОАО «МРСК-Центра» «Курскэнерго».

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

|  | Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)                      | Используемые интерактивные образовательные технологии | Объем, час. |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|
|  | Лекция раздела «Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения»               | Разбор конкретной ситуации                            | 2           |
|  | Раздел практического занятия «Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения» | Разбор конкретной ситуации                            | 2           |

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общепрофессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для лабораторных и практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства;
- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций и др.);
- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

| Код компетенции, содержание компетенции                                                                             | Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                     | начальный                                                                                                                         | основной                                                                                                                                                                                                                             | завершающий                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ПК-2 - способность проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | Химия<br>Программное обеспечение в электроэнергетике                                                                              | Математические задачи энергетики<br>Общая электроэнергетика<br>Электроника<br>Приёмники и потребители электрической энергии систем электроснабжения<br>Проектирование электрических и электронных аппаратов<br>Теория автоматическо- | Автоматизация проектирования<br>Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем<br>Автоматизированная система управления технологическими процессами в электроэнергетике<br>Техника высоких напряжений<br>Электрическое освещение<br>Электромагнитная совмести- |

|  |  |                                                      |                                                                                                                                                             |
|--|--|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | го управления<br>Электрический привод                | тимость<br>Типовой привод<br>Электрическая часть АЭС<br>Устойчивость узлов на-<br>грузки<br>Электромеханика<br>Производственная пред-<br>дипломная практика |
|  |  | Переходные процессы в электроэнергетических системах |                                                                                                                                                             |

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

| Код компетенции/этап | Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной) | Критерии и шкала оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                    | Пороговый уровень (удовлетворительно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Продвинутый уровень (хорошо)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Высокий уровень (отлично)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-2/завершающий     | ПК-2.1 Проводит маркетинговые исследования научно-технической информации                           | <b>Знать:</b> теоретические методы расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем.<br><b>Уметь:</b> применять навыки расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем<br><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем электроэнергетических систем | <b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем.<br><b>Уметь:</b> применять навыки расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем<br><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для выполнения расчетов режимов работы электроэнергетических систем | <b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем.<br><b>Уметь:</b> применять навыки расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем, в том числе в выполнении исследовательских работ<br><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для выполнения расчетов режимов работы узлов нагрузки электроэнергетических систем |

|  |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | тем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ПК-2.2 Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта и результатов экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности | <p><b>Знать:</b> теоретические методы расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Уметь</b> применять навыки расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> | <p><b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Уметь</b> применять навыки расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для выполнения расчётов устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> | <p><b>Знать:</b> теоретические и практические методы расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> <p><b>Уметь</b> применять навыки расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, в том числе в выполнении исследовательских работ</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыками расчета устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем, программным обеспечением для выполнения расчётов устойчивости узлов нагрузки электроэнергетических систем</p> |
|  | ПК-2.3 Готовит предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов                                 | <p><b>Знать:</b> методы физического моделирования</p> <p><b>Уметь:</b> использовать техническую литературу и документацию для корректного определения параметров системы</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> методами выполнения типовых экспериментальных исследований</p>                                                    | <p><b>Знать:</b> методы физического и математического моделирования</p> <p><b>Уметь:</b> использовать техническую литературу и документацию для корректного определения параметров системы; применять основные методы научных расчетов</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> методами планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований</p>                                                                                     | <p><b>Знать:</b> методы физического и математического моделирования и их методику, методы корректной аналитической и численной обработки результатов</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные методы научных расчетов, в том числе с использованием современных программных сред, работать с научной и справочной литературой</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> методами планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований, основными методами научных расчетов и чис-</p>     |

|  |  |  |  |                                                                                          |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | ленной обработки результатов, в том числе с использованием современных программ-ных сред |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------|

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины                                                     | Код контролируемой компетенции (или её части) | Технология формирования   | Оценочные средства        |            | Описание шкал оценивания |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
|       |                                                                              |                                               |                           | наименование              | №№ заданий |                          |
| 1     | Введение                                                                     | ПК-2                                          | СРС, практические занятия | Вопросы для собеседования | С1 1-9     | Согласно табл.7.2        |
|       |                                                                              |                                               |                           | Контр. вопросы к пр.зан.1 | 1-5        |                          |
| 2     | Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения                  | ПК-2                                          | СРС, практические занятия | Вопросы для собеседования | С2 1-10    | Согласно табл.7.2        |
|       |                                                                              |                                               |                           | Контр. вопросы к пр.зан.2 | 1-5        |                          |
| 3     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при слабых возмущениях   | ПК-2                                          | СРС, практические занятия | Вопросы для собеседования | С3 1-12    | Согласно табл.7.2        |
|       |                                                                              |                                               |                           | Контр. вопросы к пр.зан.3 | 1-4        |                          |
| 4     | Устойчивость режима работы системы электроснабжения при сильных возмущениях. | ПК-2                                          | СРС, практические занятия | Вопросы для собеседования | С4 1-11    | Согласно табл.7.2        |
|       |                                                                              |                                               |                           | Контр. вопросы к пр.зан.4 | 1-4        |                          |
| 5     | Управление режимами работы узлов нагрузки систем электроснабжения            | ПК-2                                          | СРС, практические занятия | Вопросы для собеседования | С5 1-13    | Согласно табл.7.2        |
|       |                                                                              |                                               |                           | Контр. вопросы к пр.зан.5 | 1-4        |                          |

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

## Вопросы для собеседования по разделу (теме) 1. «Введение»

1. Общие сведения об узлах нагрузки.
2. Модели узлов нагрузки.
3. Общие сведения о схемах замещения и характеристиках мощности.
4. Векторная диаграмма синхронного двигателя.
5. Характеристика мощности синхронного двигателя.
6. Схема замещения асинхронного двигателя.
7. Характеристика мощности асинхронного двигателя.
8. Порядок составления формул в пакете программ [GNU Octave](#).
9. Работа с графикой в пакете программ [GNU Octave](#).

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки(или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Задание 1. Режим предельного возбуждения синхронного двигателя определяется следующими соотношениями:

$$I = \frac{E_{q \text{ пр}}}{x_d + x_{вн}} \geq I_{кр} \quad I_f \leq I_{f \text{ пр}} \quad U = U_{н} \quad I = \frac{U_{н}}{x_{вн}} \leq I_{кр}$$

Задание в открытой форме:

Задание 2. При снижении напряжения сети на 10% пусковой момент асинхронного двигателя уменьшится на ...

Задание на установление правильной последовательности:

Задание 3. Укажите пример правильной последовательности расчета предельного времени отключения:

А схема замещения, параметры системы, параметры режима, характеристика мощности, предельный угол, предельное время отключения

Б схема замещения, параметры режима схемы замещения, параметры системы, характеристика мощности, предельный угол, предельное время отключения

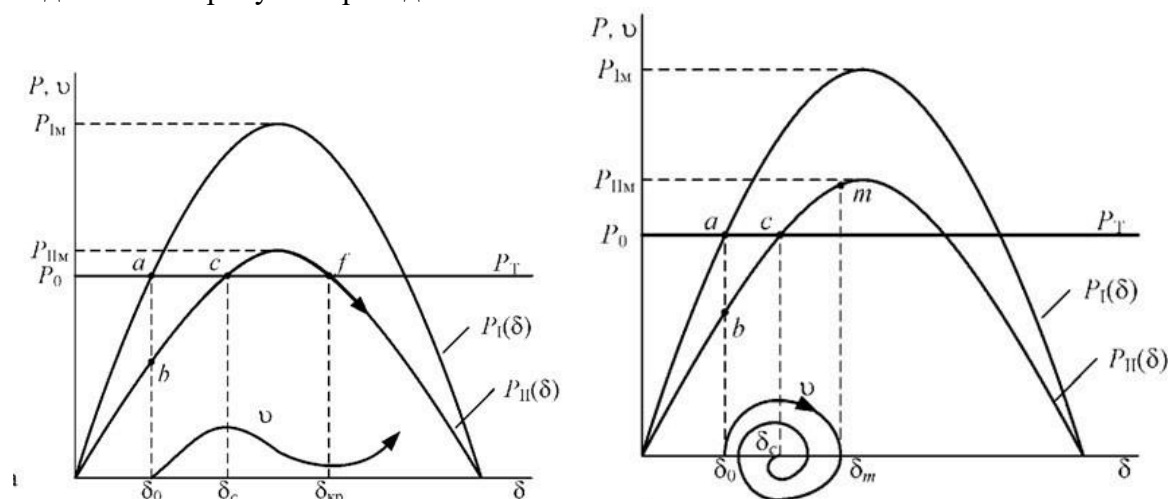
В схема замещения, параметры системы, параметры режима, характеристика мощности, предельное время отключения, предельный угол

Г схема замещения, параметры системы, параметры режима, характеристика мощности, предельное время отключения

Д схема замещения, параметры режима схемы замещения, параметры системы, характеристика мощности, предельный угол, предельное время отключения

Задание на установление соответствия:

Задание 4. На рисунке приведен:



А динамически устойчивый и неустойчивый переход в электроэнергетической системе

Б динамически неустойчивый и неустойчивый переход в электроэнергетической системе

В динамически устойчивый и неустойчивый послеаварийный режим

Г динамически неустойчивый и устойчивый послеаварийный режим

Компетентностно-ориентированная задача:

Задание 5. Рассчитать запас статической устойчивости узла нагрузки (без учета потерь), если двигатель компрессора загружен на 70 %, сопротивление его равно 0,2 о.е., а внешнее сопротивление электропередачи равно 0,6 о.е.? Принять  $S_b = P_n$ .

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

| Форма контроля             | Минимальный балл |                                             | Максимальный балл |                                             |
|----------------------------|------------------|---------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|
|                            | балл             | примечание                                  | балл              | примечание                                  |
| Практическое занятие № 1   | 2                | Выполнил, доля правильных ответов менее 50% | 4                 | Выполнил, доля правильных ответов более 50% |
| Результат собеседования С1 | 2                | Доля правильных ответов менее 50%           | 4                 | Доля правильных ответов более 50%           |
| Практическое занятие № 2   | 2                | Выполнил, доля правильных ответов менее 50% | 4                 | Выполнил, доля правильных ответов более 50% |
| Результат собеседования С2 | 2                | Доля правильных ответов менее 50%           | 4                 | Доля правильных ответов более 50%           |
| Практическое занятие № 3   | 4                | Выполнил, доля правильных ответов менее 50% | 8                 | Выполнил, доля правильных ответов более 50% |
| Результат собеседования С3 | 2                | Доля правильных ответов менее 50%           | 4                 | Доля правильных ответов более 50%           |
| Практическое занятие № 4   | 2                | Выполнил, доля правильных ответов менее 50% | 4                 | Выполнил, доля правильных ответов более 50% |
| Результат собеседования С4 | 2                | Доля правильных ответов менее 50%           | 4                 | Доля правильных ответов более 50%           |
| Практическое занятие № 5   | 4                | Выполнил, доля правильных ответов менее 50% | 8                 | Выполнил, доля правильных ответов более 50% |
| Результат собеседования С5 | 2                | Доля правильных ответов менее 50%           | 4                 | Доля правильных ответов более 50%           |
| Итого                      | 24               |                                             | 48                |                                             |
| Посещаемость               | 0                |                                             | 16                |                                             |
| Экзамен                    | 0                |                                             | 36                |                                             |
| Итого                      | 24               |                                             | 100               |                                             |

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А. В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 227 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (дата обращения: 18.03.2019) . - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. Электропитающие системы и электрические сети : учебное пособие/ Н.В.Хорошилов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 352 с. - Текст: непосредственный.
3. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов / под ред. И. П. Крючкова. - 2-е изд. стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - 416 с. - Текст: непосредственный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

4. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов вузов / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 672 с. - Текст : непосредственный.
5. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики : учебник для электроэнергетических специальностей вузов / под ред. В. А. Веникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1981. - 288 с. - Текст : непосредственный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Устойчивость узлов нагрузки: методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Устойчивость узлов нагрузки» для студентов всех форм обучения направления подготовки Электроэнергетика и электротехника / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. Н. Алябьев, В. И. Бирюлин. - Курск : ЮЗГУ, 2025. - 32 с. - Текст: электронный.
2. Устойчивость узлов нагрузки: методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / Юго-зап. гос. ун-т; сост.: В. Н. Алябьев.- Курск : ЮЗГУ, 2025.- 24 с. - Текст: электронный.

### **8.4. Другие учебно-методические материалы**

Журналы: «Электричество», «Электро», «Электрика», «Промышленная энергетика», «Новости электротехники» и т.д.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru>
2. Научная электронная библиотека eLibrary - <http://elibrary.ru>
3. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина - <http://www.prilib.ru>
4. Информационная система «Национальная электронная библиотека» - <http://изб.пф/>
5. Электронная библиотека ЮЗГУ - <http://library.kstu.kursk.ru>

Современные профессиональные базы данных:

1. БД «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)» - <http://www.diss.rsl.ru>
2. БД «Polpred.com Обзор СМИ» - <http://polpred.com>
3. БД периодики «East View» - <http://www.dlib.estview.com/>
4. База данных Questel Orbit - <http://www.questel.com>
5. База данных Web of Science - <http://www.apps.webofknowledge.com>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com/>

Информационные справочные системы:

1. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» - <http://www.consultant.ru/>

Информационно-аналитическая система Science Index – электронный читальный зал периодических изданий научной библиотеки.

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Устойчивость узлов нагрузки» являются практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Устойчивость узлов нагрузки».

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: привлечение студентов к творческому процессу, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных занятий, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная

работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Устойчивость узлов нагрузки» с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Устойчивость узлов нагрузки» - сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского (или ESETNOD)

GNU Octave 4.2.1 Released (Free Software Foundation)

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска; Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/16 OGb/сумка/проектор inFocus IN24 (аудитория а- 215).

Компьютер - 10 шт. (аудитория а- 312).

**13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

| Номер<br>измене-<br>ния | Номера страниц |            |                     |       | Всего<br>страниц | Дата     | Основание для<br>изменения и подпись<br>лица, проводившего из-<br>менения |
|-------------------------|----------------|------------|---------------------|-------|------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------|
|                         | изменённых     | заменённых | аннули-<br>рованных | новых |                  |          |                                                                           |
| 1                       | 2              | —          | —                   | —     | 1                | 01.12.23 | Зр. от 27.11.23,<br>~1801 Яртюхов                                         |
|                         |                |            |                     |       |                  |          |                                                                           |
|                         |                |            |                     |       |                  |          |                                                                           |
|                         |                |            |                     |       |                  |          |                                                                           |