

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

**УТВЕРЖДЕНА:**

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»**

---

Научная специальность: 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Шушпанов Илья  
Николаевич  
Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
: Шакиров Владислав Альбертович  
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры**

| Код, наименование результата освоения программы   | Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)  |
|---|--|
| <p>Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности</p> | <p>Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии<br/>Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии</p> |

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

| Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)   | Результат обучения  |
|--|---|
| <p>Р-1.3 - Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии</p> | <p><b>Знать</b> перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических систем;<br/><b>Уметь</b> разрабатывать проектно-расчетную документацию для построения конфигурации сети;<br/>грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; использовать правила, нормы, стандарты, разработанные по этой тематике;<br/><b>Владеть</b> терминологией в области Smart Grid, навыками работы со специальным программным обеспечением.</p> |

**2 Объем дисциплины**

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

| Вид учебной работы  | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |  |
|---|---|--|
|   | Всего   | Семестр № 7                              |
| Общая трудоемкость дисциплины                                     | 216   | 216                                      |
| Аудиторные занятия, в том числе:                                  | 60  | 60                                       |
| лекции  | 36  | 36                                       |
| лабораторные работы   | 0   | 0  |
| практические/семинарские занятия                                  | 24  | 24                                       |
| Контактная работа, в том числе                                    | 0   | 0  |
| в форме работы в электронной информационной образовательной среде | 0   | 0  |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)           | 120   | 120                                      |
| Трудоемкость промежуточной аттестации                             | 36  | 36                                       |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)   | Кандидатский экзамен по спец. дисциплине  | Кандидатский экзамен по спец. дисциплине |

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 7

| № п/п | Наименование раздела и темы дисциплины                     | Виды контактной работы |           |    |           |         |           | СРС  |           | Форма текущего контроля |
|-------|--|------------------------|-----------|----|-----------|---------|-----------|------|-----------|-------------------------|
|       |  | Лекции                 |           | ЛР |           | ПЗ(СЕМ) |           | №    | Кол. Час. |                         |
|       |  | №                      | Кол. Час. | №  | Кол. Час. | №       | Кол. Час. |      |           |                         |
| 1     | 2  | 3                      | 4         | 5  | 6         | 7       | 8         | 9    | 10        | 11                      |
| 1     | Энергетика в современном мире                              | 1                      | 8         |    |           | 1       | 6         |      |           | Устный опрос            |
| 2     | Комплексные проблемы энергетики                            | 2                      | 8         |    |           | 2       | 6         | 2    | 40        | Устный опрос            |
| 3     | Термодинамика теплоэнергетических установок                | 3                      | 8         |    |           | 3       | 6         |      |           | Собеседование           |
| 4     | Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов    | 4                      | 6         |    |           |         |           |      |           | Устный опрос            |
| 5     | Методы системных исследований в энергетике и их приложения | 5                      | 6         |    |           | 4       | 6         | 1, 3 | 80        | Устный опрос            |
|       | Промежуточная аттестация                                   |                        |           |    |           |         |           |      | 36        | Кандидатский экзамен по |

|  |       |  |    |  |  |  |    |  |     |                         |
|--|-------|--|----|--|--|--|----|--|-----|-------------------------|
|  |       |  |    |  |  |  |    |  |     | спец.<br>дисциплин<br>е |
|  | Всего |  | 36 |  |  |  | 24 |  | 156 |                         |

### 3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 7

| № | Тема  | Краткое содержание   |
|---|---|--|
| 1 | Энергетика в современном мире               | Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации. Основные природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования. Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам. Особенности существующего состояния энергетики мира и их перспективы в первой половине XXI века. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки. Потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива. |
| 2 | Комплексные проблемы энергетики             | Основные комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электро-энергетическую систему. Характерные графики электрической и тепловой нагрузок; методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций, и их размещение; схемы электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране). Показатели качества энергии.  |
| 3 | Термодинамика теплоэнергетических установок | Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов. Паровые теплоэнергетические установки. Повышения эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Атомные теплоэнергетические установки. Особенности   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | выбора циклов АЭС. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии. Солнечные установки. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.   |
| 4 | Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов    | Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на оптимальные решения. Показатели надежности работы энергетических установок и систем. Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.  |
| 5 | Методы системных исследований в энергетике и их приложения | Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека. Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике. |

### 3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

### 3.4 Перечень практических занятий

#### Семестр № 7

| № | Темы практических (семинарских) занятий   | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Определение основных показателей использования производственных мощностей и экономическая оценка их использования | 6                          |
| 2 | Знакомство с функциональными возможностями оборудования   | 6                          |
| 3 | Оценка основных фондов и амортизационных отчислений   | 6                          |
| 4 | Оценка и показатели эффективности оборотных средств предприятия   | 6                          |

### 3.5 Самостоятельная работа

#### Семестр № 7

| № | Вид СРС   | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Подготовка к зачёту                                       | 40                         |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 40                         |
| 3 | Подготовка к экзамену                                     | 40                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивные лекции, лекция-беседа

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практическое занятие № 1. Определение основных показателей использования производственных мощностей и экономическая оценка их использования

Цель занятия: получить навыки расчета основных показателей использования производственных мощностей и экономической оценки их использования для анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Задание на занятие: Решение набора задач по теме

Рекомендации по выполнению задания

Для решения задач необходимо знания основных базовых понятий темы в частности понятия «производственной мощности». Необходимо проанализировать, что способствует возрастанию числа часов использования установленной мощности:

А)увеличение коэффициента интенсивности использования оборудования;

Б)увеличение степени загрузки оборудования;

В)уменьшение интегрального коэффициента использования оборудования;

Г)увеличение установленной мощности оборудования.

Для расчетов необходимо использование основных формул.

Фактическая выработка электроэнергии (МВтч)

$$W_{\text{ф}} = N_{\text{у}} \cdot h_{\text{у}} = N_{\text{ср}} \cdot h_{\text{р}}$$

Где  $N_{\text{ср}}$  – средняя электрическая мощность за время работы  $h_{\text{р}}$ ;  $N_{\text{у}}$  – установленная мощность;  $h_{\text{у}}$  - число часов использования установленной мощности.

Коэффициент экстенсивности использования мощности за год  $\beta_{\text{э}} = h_{\text{ф}} / h_{\text{к}} = h_{\text{р}}/8760$

Где  $h_{\text{ф}}$  – фактическое время работы в году;  $h_{\text{к}}$  – календарное количество часов в году.

Коэффициент интенсивности использования мощности за год  $\beta_{\text{и}} = N_{\text{ср}}/ N_{\text{у}}$

Интегральный коэффициент использования мощности

$$\beta_{\text{инт}} = \beta_{\text{э}} \cdot \beta_{\text{и}} = W_{\text{ф}}/(8760 \cdot N_{\text{у}})$$

Коэффициент готовности оборудования к несению нагрузки

$$k_{\text{г}} = (h_{\text{ф}} + h_{\text{г}})/8760 \cdot 100\%$$

Где  $h_{\text{г}}$  – количество часов готовности оборудования к несению нагрузки

Коэффициент использования установленной мощности

$\text{кисп} = W_{\phi} * 100\% / N_{y} * h_{\phi}$   
Коэффициент фондоотдачи  
 $\beta_{\phi} = O$

$\rho$   
 $/K_{\text{бал}} = W_{\phi} t_{\text{ср}} / \text{куд} * N_{y}$   
Где  $O$

$\rho$   
– объем реализованной продукции, руб;  $K_{\text{бал}}$  – балансовая стоимость основных фондов, руб;  $t_{\text{ср}}$  – средний тариф на электроэнергию, коп/кВтч;  $\text{куд}$  – стоимость одного Квт установленной мощности.

$O$   
 $\rho$   
 $= W_{\phi} t_{\text{ср}}$   
 $K_{\text{бал}} = \text{куд} * N_{y}$

Примеры практических заданий

Задача 1. Определить среднегодовую мощность электростанции  $N_{\text{ср}}$ , если известна годовая выработка электроэнергии  $W_{\phi} = 7183,2$  млн. кВтч, интегральный коэффициент  $\beta_{\text{инт}} = 0,74$  и коэффициент использования установленной мощности  $\text{кисп} = 90\%$ .

Решение:

$N_{\text{ср}} = W_{\phi} / h_{\phi}$

$\text{кисп} = W_{\phi} / (N_{y}$

$h_{\phi}) * 100\%$   $h_{\phi} =$

$(W_{\phi} * 100\%) / \text{кисп} N_{y}$

$\beta_{\text{инт}} = W_{\phi} / (8760 * N_{y})$

$N_{y} = W_{\phi} / (\beta_{\text{инт}} * 8760)$

$N_{\text{ср}} = (W_{\phi} * \text{кисп} W_{\phi}) / (W_{\phi} * \beta_{\text{инт}} * 8760) = (7202,7 * 0,9) / (0,74 * 8760) = 1000$  МВт

#### 4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Воропай Н.И. Теория систем для электроэнергетиков: учеб.Пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272 с

### 5 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

#### 5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

##### 5.1.1 семестр 7 | Устный опрос

###### Описание процедуры.

В формате вопрос-ответ.

###### Критерии оценивания.

«Зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы. Записать формулы. Понимает принципы построения электрической схемы.

«Не зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы при помощи преподавателя, но не может записать формулы. Понимает принципы построения электрической схемы. При ответах на доп. вопросы затрудняется.

## 5.1.2 семестр 7 | Собеседование

### Описание процедуры.

В формате беседы

### Критерии оценивания.

«Зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы. Записать формулы. Знает основные законы термодинамики

«Не зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы при помощи преподавателя, но не может записать формулы. При ответах на доп. вопросы затрудняется.

## 5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

| Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля)  | Критерии оценивания  | Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации   |
|---|--|---|
| Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии | Отлично заслуживает аспирант, показавший при ответе на экзамене всесторонние и глубокие знания теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы» в полном объеме, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, свободно владеющий профессиональной терминологией<br>Хорошо заслуживает аспирант, показавший при ответе полное знание программы теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», использовавший при ответе материал основной литературы, правильно пользующийся терминологией, тщательно обдумывающий содержание излагаемого материала<br>Удовлетворительно заслуживает аспирант, показавший на экзамене знание основного теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», знакомый с основной | Доклад на научном семинаре кафедры о результатах научно-исследовательской деятельности<br>Экзамен в форме устного собеседования по теоретическим вопросам.<br>Выполнение практических заданий. Зачёт в форме тестирования по теоретическим вопросам.<br>Выполнение практических заданий |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>литературой, предусмотренной программой, однако, при ответе допустивший неточности в использовании терминологией</p> <p>Неудовлетворительно выставляется студенту, не усвоившему основной программный материал теоретического курса по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», допустивший принципиальные ошибки при ответе</p> |  |
|--|---|--|

## 5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 5.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для кандидатского экзамена по спец. дисциплине

#### 5.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в формате устного собеседования вопрос-ответ

#### Пример задания:

1. Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.
2. Основные природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.
3. Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам.
4. Особенности существующего состояния энергетики мира и их перспективы в первой половине XXI века.
5. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса электрификации в России.
6. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки.
7. Потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива.
8. Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом.
9. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии.
10. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения:
11. Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.
12. Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения.
13. Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии.
14. Энергетическая стратегия России до 2030 г.

15. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов
16. Особенности развития крупных систем и комплексов электроэнергетической газоснабжающей, теплоснабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.
17. Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы.
18. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения.
19. Основные комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему.
20. Характерные графики электрической и тепловой нагрузок; методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций, и их размещение; схемы электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране).
21. Показатели качества энергии.
22. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и отдельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения.
23. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии.
24. Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий.
25. Экологические проблемы энергетике Влияние энергетических объектов на окружающую среду.
26. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.
27. Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок
28. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов.
29. Паровые теплоэнергетические установки. Повышения эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа
30. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок.
31. Газотурбинные установки (ГТУ). Простейшие циклы ГТУ, работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ.
32. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС.
33. Принципы действия реактивных двигателей их циклы.
34. Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок.
35. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов и т.п.
36. Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС.
37. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях.
38. Холодильные машины и тепловые насосы энергетике. Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов.
39. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов.

40. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.
41. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.
42. Солнечные установки.
43. Океанические ТЭС.
44. Геотермальные ТЭС.
45. Термоядерные электрические станции.
46. Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на оптимальные решения.
47. Показатели надежности работы энергетических установок и систем.
48. Способы обеспечения заданной надежности.
49. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.
50. Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, и термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка.
51. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем.
52. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС.
53. Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ.
54. Понятие расчетной обеспеченности электро-тепло и топливоснабжения и основы их выбора.
55. Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной и т.п.).
56. Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах.
57. Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.
58. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов.
59. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности.
60. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека.
61. Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.
62. Методы технико-экономических расчетов в энергетике.
63. Расчет технико-экономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии, роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в энергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации.
64. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения их стоимости конечного продукта.

#### 5.2.2.1.2 Критерии оценивания

|                |               |                         |                            |
|----------------|---------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>Отлично</b> | <b>Хорошо</b> | <b>Удовлетворительн</b> | <b>Неудовлетворительно</b> |
|----------------|---------------|-------------------------|----------------------------|

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <b>о</b>  |   |
| заслуживает аспирант, показавший при ответе на экзамене всесторонние и глубокие знания теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы» в полном объеме, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, свободно владеющий профессиональной терминологией | заслуживает аспирант, показавший при ответе полное знание программы теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», использовавший при ответе материал основной литературы, правильно пользующийся терминологией, тщательно обдумывающий содержание излагаемого материала | заслуживает аспирант, показавший на экзамене знание основного теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», знакомый с основной литературой, предусмотренной программой, однако, при ответе допустивший неточности в использовании терминологией | выставляется студенту, не усвоившему основной программный материал теоретического курса по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», допустивший принципиальные ошибки при ответе. |

## 6 Основная учебная литература

1. Воропай Н. И. Надежность систем электроснабжения : конспект лекций / Н. И. Воропай, 2006. - 205.
2. Воропай Н. И. Методические указания по практическим работам по курсу "Теория систем" / Воропай Н. И., 2002. - 17.
3. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.
4. Надежность систем энергетики и их оборудования : справочник : в 4 т. / под общ. ред. Ю. Н. Руденко. Т. 2 : Надежность электроэнергетических систем / Н. И. Воропай [ и др.]; под ред. М. Н. Розанова, 2000. - 564, [1 ].
5. Эффективность межгосударственных электрических связей : монография / Л. С. Беляев [и др.]; отв. ред. Н. И. Воропай, 2008. - 238.

## 7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Энергетическая безопасность. Термины и определения / отв. ред. Н. И. Воропай, 2005. - 58.
2. Беляев Л.С. Рынок в электроэнергетике: проблемы развития генерирующих мощностей / Л.С. Беляев, С.В. Подковальников ; отв. ред. Н.И. Воропай, 2004. - 220.

## 8 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **9 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **10 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010\_(артикул 021-09683)

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Шкаф PMU
2. Шкаф IED lab
3. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)
4. Модуль солнечной батареи 120Вт
5. Модуль солнечной батареи 80Вт
6. Модуль солнечной батареи 235Вт
7. Модуль солнечной батареи 235Вт