

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Министерство образования и науки Российской Федерации                                                                                                                                        |
|                                                                                   | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение<br>высшего профессионального образования<br><i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i> |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                                                                                                                          |
|                                                                                   | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации                                                                                                                                        |
| СК-РП-15.1-04-15                                                                  | Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br><b>«Оптимизация энергетических объектов»</b>                                                                                                       |

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_ Н.Ю.Бабанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г

**Кафедра «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.2**  
**«ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ»**

Образовательная программа: основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 13.06.01 Электро- и теплотехника  
(код и наименование направления подготовки в аспирантуре)

Направленность (профиль): Энергетические системы и комплексы  
(наименование направленностей (профилей) подготовки в аспирантуре)

Присваиваемая квалификация:  
**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения  
\_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Нижний Новгород 2015

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2 «Оптимизация энергетических объектов» для аспирантов направления подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (профиль: Энергетические системы и комплексы)/авт. А.Л. Куликов – Нижний Новгород: НГТУ, 2015. - 17 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания элективной дисциплины (модуля) «Оптимизация энергетических объектов» аспирантам очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (профиль: Энергетические системы и комплексы)/.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 878.
2. Паспорт научной специальности 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.
3. Программа-минимум кандидатского экзамена по научной специальности 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».
4. Учебные планы подготовки аспирантов НГТУ по направленностям (профилям) основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Автор \_\_\_\_\_ А.Л. Куликов  
(подпись)

\_\_\_\_\_ 2015 г.

© Куликов А.Л., 2015

© ФГБОУВПО НГТУ, 2015

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                      | стр |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 Цель и задачи освоения дисциплины.....                                                                             | 4   |
| 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....                                                                          | 4   |
| 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).....                               | 5   |
| 4 Структура и содержание дисциплины (модуля).....                                                                    | 7   |
| 4.1 Структура дисциплины (модуля).....                                                                               | 7   |
| 4.2 Содержание дисциплины (модуля).....                                                                              | 7   |
| 4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....                                                                | 7   |
| 4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля).....                                                                   | 7   |
| 4.3 Практические занятия (семинары).....                                                                             | 8   |
| 4.4 Лабораторные работы.....                                                                                         | 8   |
| 4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины                                                | 9   |
| 5 Образовательные технологии.....                                                                                    | 9   |
| 6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины..... | 10  |
| 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...                                                    | 12  |
| 7.1 Основная литература.....                                                                                         | 12  |
| 7.2 Дополнительная литература.....                                                                                   | 12  |
| 7.3 Периодические издания.....                                                                                       | 12  |
| 7.4 Интернет-ресурсы.....                                                                                            | 13  |
| 7.5 Нормативные документы.....                                                                                       | 13  |
| 7.6 Методические указания к практическим занятиям.....                                                               | 13  |
| 7.7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта                                                 | 13  |
| 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....                                                                | 14  |
| Лист согласования рабочей программы дисциплины.....                                                                  | 16  |
| Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....                                                          | 17  |

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель:** формирование и развитие у аспирантов компетенций, позволяющих выявлять и анализировать проблемы оптимизации функционирования и развития топливно-энергетического комплекса; современных научных подходов, методов, алгоритмов, программ и технологий систем энергетики, используемых при принятии оптимальных решений в энергетике и взаимосвязи их с окружающей средой.

### Задачи:

- формирование у аспиранта навыков и умений в области оптимизации режимов и структур городских, региональных и государственных энергетических систем, комплексов и объектов энергетики во взаимосвязи их составляющих частей и компонентов между собой и окружающей средой;
- изучение особенности создания и функционирования современных энергетических систем и комплексов; методы и подходы разработки алгоритмов и программ оптимизации структур и режимов, повышения технико-экономической эффективности энергетических объектов, систем комплексов;
- формирование навыков и умений в области разработки новых методов исследования и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Оптимизация энергетических объектов» относится к группе элективных дисциплин вариативной части Блока 1 Программы. Шифр дисциплины - Б1.В.ДВ.2.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет).

На «входе» магистрант должен иметь базовые знания математических, естественнонаучных дисциплин, уметь применять методы и результаты математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования энергетических объектов; обладать готовностью к сбору данных, изучению, анализу и обобщению научно-технической информации по тематике исследования.

Дисциплина «Оптимизация энергетических объектов» является предшествующей для освоения обязательной вариативной дисциплины «Энергетические системы и комплексы», направленной на сдачу кандидатского экзамена, проведения научных исследований, подготовки научного доклада о результатах выполненной НКР (диссертации).

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

| Блок      | Базовая или вариативная часть | Семестр, в котором преподается дисциплина | Трудоемкость дисциплины |       |             |     | Вид промежуточной аттестации |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------|-------------|-----|------------------------------|
|           |                               |                                           | Зачетные единицы        | Часы  |             |     |                              |
|           |                               |                                           |                         | Общая | В том числе |     |                              |
|           |                               |                                           |                         |       | Аудиторная  | СРО |                              |
| Б1.В.ДВ.2 | Вариативная часть             | 4                                         | 5                       | 180   | 24          | 156 | Зачет                        |
| ИТОГО     |                               |                                           | 5                       | 180   | 24          | 156 | Зачет                        |

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

#### Область профессиональной деятельности выпускников:

- теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, конструирование и проектирование материалов, приборов, устройств, установок, комплексов оборудования электро- и теплотехнического назначения, а также совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности по производству, распределению электрической и тепловой энергии, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту;
- проектирование, конструирование, создание, монтаж и эксплуатацию электрических и электронных аппаратов;
- эксплуатация современных промышленных предприятий, транспортных систем, тепловых, гидро- и атомных электростанций, заводов, линий электропередач.

#### Объекты профессиональной деятельности:

- тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики нетрадиционные источники энергии;
- энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;
- тепловые насосы;
- топливные элементы, установки водородной энергетики;
- тепло- и массообменные аппараты различного назначения;
- тепловые и электрические сети;
- теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок;
- системы стандартизации;
- системы и диагностики автоматизированного управления технологическими процессами в тепло- и электроэнергетике.

Дисциплина «Оптимизация энергетических объектов» направлена на освоение следующих **видов профессиональной деятельности:**

|                    |                                                                                      |           |            |              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------|
| <b>Версия: 1.0</b> | Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки: | КЭ: _____ | УЭ № _____ | Стр. 5 из 17 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

- разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

| № пп. | Формируемые компетенции                                                                                                                                 | Номер/ индекс компетенции |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1     | Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности                                            | ОПК-1                     |
| 2     | Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энергетических систем и комплексов с использованием передовых технологий | ПК-2                      |

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

| Шифр компетенции | Шифр результата обучения | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1            | З <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | <b>знать:</b> научные основы исследования, функционирования и развития энергетических систем и комплексов; основные математические принципы и технические основы оптимизации энергетических систем и комплексов; фундаментальные и прикладные задачи системных исследований проблем оптимального развития и функционирования топливно-энергетического комплекса                                                                                                                       |
|                  | У <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | <b>уметь:</b> формулировать постановочные задачи в области исследования городских, региональных и государственных энергетических систем и комплексов во взаимосвязи их составляющих частей и компонентов между собой и окружающей средой; на основе системного подхода разрабатывать новые методы исследования, и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду |
|                  | В <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | <b>владеть:</b> современными компьютерными технологиями и программами, методами системного анализа и синтеза, методами теории оптимизации, теории вероятностей и математической статистики, принятия оптимальных решений в условиях детерминированной и неопределённой информации, методами теории нечётких множеств                                                                                                                                                                  |
| ПК-2             | З <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | <b>знать:</b> методики проведения теоретических и экспериментальных исследований в области оптимизации энергетических объектов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                  | У <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | <b>уметь:</b> проводить теоретические и экспериментальные исследования в области оптимизации энергетических объектов с использованием передовых технологий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                  | В <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | <b>владеть:</b> передовыми технологиями проведения теоретических и экспериментальных исследований в области оптимизации энергетических объектов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ННТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

##### 4.1 Структура дисциплины (модуля)

| №<br>п/п | Наименование<br>дисциплины                | Объем учебной работы (в часах) |                 |               |      |       |                | Вид итогового<br>контроля |       |
|----------|-------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|------|-------|----------------|---------------------------|-------|
|          |                                           | Всего                          | Всего<br>аудит. | Из аудиторных |      |       | Сам.<br>работа |                           |       |
|          |                                           |                                |                 | Лекц.         | Лаб. | Прак. |                |                           | КСР.  |
| 1        | Оптимизация<br>энергетических<br>объектов | 180                            | 24              | 12            | -    | 12    | -              | 156                       | Зачет |

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### 4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

| №<br>раздела | Наименование раздела<br>Дисциплины                                                                                   | Виды учебной работы<br>и трудоемкость (в ча-<br>сах) |      |     |     | Самостоятельная<br>работа<br>(СР) | Шифр<br>результата<br>обучения                                                                              |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                                      | Лек.                                                 | Лаб. | Пр. | КСР |                                   |                                                                                                             |
| 1            | Характеристика больших систем энергетики                                                                             | 4                                                    | -    | 4   |     | 52                                | З <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>З <sup>1</sup> (ПК-2)-2                                                         |
| 2            | Оптимизация развития и управле-<br>ния больших систем энергетики                                                     | 4                                                    | -    | 4   |     | 52                                | З <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>У <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>З <sup>1</sup> (ПК-2)-2<br>У <sup>1</sup> (ПК-2)-2  |
| 3            | Оптимизационные расчёты в энер-<br>гетике при детерминированной, ве-<br>роятностной и неопределённой ин-<br>формации | 4                                                    | -    | 4   |     | 52                                | З <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>У <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>В <sup>1</sup> (ОПК-1)-2<br>В <sup>1</sup> (ПК-2)-2 |
| ИТОГО:       |                                                                                                                      | 12                                                   | -    | 12  |     | 156                               |                                                                                                             |

###### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела (темы)                           | Содержание раздела<br>(темы)                                                                                                                                               | Форма прове-<br>дения занятий |
|----------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1        | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                          | 4                             |
| 1        | Характеристика больших систем энергетики                 | Общеэнергетическая система. Электроэнергетическая система. Большие трубопроводные системы. Единая система газоснабжения. Системы централизованного тепло- и водоснабжения. | Лекции, практические занятия  |
| 2        | Оптимизация разви-<br>тия и управления<br>больших систем | Автоматизированные системы управления в энергетике. Информация при оптимизации и управле-<br>нии большими системами энергетики. Применение ма-                             | Лекции, практические занятия  |



|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

|   |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|   | энергетики                                                                                            | тематических моделей в управлении энергетическими объектами, комплексами и системами. Информационное обеспечение задач функционирования и управления систем энергетики. Задачи оптимизации надёжности развития и функционирования энергетических систем, комплексов и объектов. Технологический, экономический и финансовый риск при принятии прогнозных решений |                              |
| 3 | Оптимизационные расчёты в энергетике при детерминированной, вероятностной и неопределённой информации | Оптимизационные задачи оптимального резервирования. Задачи оптимальной профилактики и замены стареющего оборудования. Модели расчёта и оптимизации надёжности энергетических систем. Модели оценки живучести и безопасности систем энергетики. Влияние ограничений на оптимизационные энергетические расчёты. Оптимизационные расчёты при неполной информации.   | Лекции, практические занятия |

### 4.3 Практические занятия

| № Занятия | № раздела | Тема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Кол-во Часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4            |
| 1         | 1         | Исходные положения системных исследований. Современное энергетическое хозяйство. Энергетика как объект системных исследований. Общая характеристика задач оптимизации развития и функционирования больших систем энергетики. Системы энергетики зарубежных стран.                                                                                                                                        | 4            |
| 2         | 2         | Иерархия систем энергетики. Внешние связи систем энергетики. Основные вопросы выбора оборудования и типов электростанций. Вопросы управления традиционной энергетикой, нетрадиционной и возобновляемой энергетикой, ядерными энергетическими установками. Особенности информационного аспекта изучения больших систем энергетики. АСУ в энергетике. Особенности управления энергетикой в условиях рынка. | 4            |
| 3         | 3         | Модели оптимизации развития и функционирования энергетической системы. Влияние ограничений на оптимизационные расчёты. Выбор равноэкономичных решений. Надёжность функционирования и развития энергетических систем и комплексов. Качество энергоснабжения.                                                                                                                                              | 4            |
| ИТОГО:    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12           |

### 4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.



|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

#### 4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Оптимизация энергетических объектов» составляет 156 часов.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к практическим работам;
- готовится к зачету.

| № раздела | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кол-во часов |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3            |
| 1         | Тенденции развития современной энергетики. Методология системного подхода. Принятая терминология. Исходные понятия системных исследований. Интеллектуальные активно-адаптивные энергетические системы. Направления развития традиционной энергетики, ядерного энергетического комплекса, нетрадиционной и возобновляемой энергетики.                                                                                                     | 52           |
| 2         | Оптимальные задачи исследования, функционирования и развития энергетических систем и комплексов. Задачи управления традиционной энергетикой, нетрадиционной и возобновляемой энергетикой, ядерными энергетическими установками. Особенности информационного аспекта управления в системах энергетики. АСУ в энергетике. Особенности управления энергетикой в условиях рынка. Интеллектуальные активно-адаптивные энергетические системы. | 52           |
| 3         | Математический аппарат задач оптимизации решений в системах энергетики. Модели оптимизации развития и функционирования энергетической системы. Влияние ограничений на оптимизационные расчёты. Выбор равноэкономичных решений. Надёжность функционирования и развития энергетических систем и комплексов. Оптимизация последствий аварий и катастроф в системах энергетики. Качество энергоснабжения.                                    | 52           |
| ИТОГО:    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 156          |

#### 5 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Оптимизация энергетических объектов» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции, практические занятия);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

### **6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается зачет.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

#### ***Образцы оценочных средств***

##### ***для проведения текущего контроля в виде тестов***

#### ***Тесты к разделу 1:***

**Вопрос 1:** Терминология в области энергетики.

**Вопрос 2:** Современные особенности энергетики, как большой технико-экономической системы.

#### ***Тесты к разделу 2:***

**Вопрос 1:** Вопросы надёжности и безопасности систем энергетики.

**Вопрос 2:** Мировые тенденции развития энергетики.

#### ***Тесты к разделу 3:***

**Вопрос 1:** Новейшие методы генерирования и преобразования энергии.

**Вопрос 2:** Образование межгосударственных энергетических систем.

### ***Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (зачет)***

#### **Оценивание «знаниевой» составляющей компетенции**

| Шифр компетенции | Шифр результата обучения | Номер темы | Вопросы                                                                         |
|------------------|--------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1            | З <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | 1          | 1. Региональные программы энергосбережения.                                     |
|                  |                          | 2          | 2. Системный подход к прогнозированию развития структуры энергетических систем. |
|                  |                          | 3          | 3. Математический аппарат системного анализа в электроэнергетике.               |
| ПК2              | З <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | 1          | 4. Независимые производители электрической и тепловой энергии.                  |
|                  |                          | 2          | 5. Системный подход к прогнозированию развития энергетических рынков.           |

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

### Оценивание «деятельностных» составляющих компетенции

| Шифр компетенции | Шифр результата обучения | Номер темы | Вопросы                                                                |
|------------------|--------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1            | У <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | 2          | 1. Задачи управления электропотреблением                               |
|                  |                          | 3          | 2. Математический аппарат решения оптимизационных задач                |
|                  | В <sup>1</sup> (ОПК-1)-2 | 3          | 3. Основные положения оптимизационных расчётов.                        |
| ПК-2             | У <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | 2          | 4. Системный подход к изучению больших технических систем              |
|                  | В <sup>1</sup> (ПК-2)-2  | 3          | 5. Структурно-топологические характеристики больших технических систем |

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания**

Категории «знать», «уметь», «владеть» применяются в следующих значениях:

**«знать»** – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.

**«уметь»** – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;

**«владеть»** – решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе получения опыта деятельности.

**Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:**

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

**Критерии оценивания компетенции следующие:**

проверка уровня сформированности «знаниевой» составляющей компетенции по теме:

- полный ответ на вопрос – 5 баллов;
- неполный ответ – 3 балла;
- неполученный ответ – 0 баллов;

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

проверка уровня сформированности «деятельностных» составляющих компетенции, позволяющих оценить уровень умений и навыков, применить полученные знания при решении конкретных вопросов (задач) по теме:

- полный ответ на вопрос – 6 баллов;
- неполный ответ – 3-5 баллов;
- неполученный ответ – 0-2 баллов.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

| № п/п | Автор(ы)                  | Заглавие                             | Издательство, год издания       | Назначение, вид издания, гриф | Кол-во экз. в библ-ке |
|-------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 1.    | 2                         | 3                                    | 4                               | 5                             | 6                     |
| 1     | Фортов В.Е., Попель О.С.  | Энергетика в современном мире        | Москва, изд.дом Интеллект, 2011 | Монография                    | 1                     |
| 2     | Мелентьев Л.А.            | Системные исследования в энергетике  | Наука, 1983                     | монография                    | 5                     |
| 3     | Воропай Н.И.              | Теория систем для электроэнергетиков | Наука, 2000                     | Уч. пособие, гриф УМО         | 10                    |
| 4     | Руденко Ю. Н., Ушаков И.А | Надёжность систем энергетике         | Наука, 1989                     | Монография                    | 4                     |

### 7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Автор(ы)                     | Заглавие                                    | Издательство, год издания | Назначение, вид издания, гриф     | Кол-во экз. в библ-ке |
|-------|------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1     | Папков Б.В., Куликов А.Л.    | Основы теории систем для электроэнергетиков | Нижний Новгород, 2012     | Уч. пособие, гриф ФГАОУ ДПО ПЭИПК | 5                     |
| 2     | Под общ. ред. Е.В.Аметистова | Основы современной энергетике               | Москва Изд. Дом МЭИ, 2010 | Учебник в 2-х томах, гриф УМО     | 2                     |
| 3     | Клима И.                     | Оптимизация энергетических систем           | Москва Высшая шк. 1991    | Монография                        | 2                     |

### 7.3 Периодические издания

Электричество <http://www.znack.com/> журнал-электричество

Электрические станции <http://elst.energy-journals.ru/index.php/elst>

|                    |                                                                                      |           |            |               |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------|
| <b>Версия: 1.0</b> | Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки: | КЭ: _____ | УЭ № _____ | Стр. 12 из 17 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------|

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

Промышленная энергетика <http://www.promen.energy-journals.ru>

Теплоэнергетика <http://tepen.ru>

Энергетик <http://www.energetik.energy-journals.ru>

Электромеханика <http://www.znack.com/журнал-электротехника>

Надёжность и безопасность энергетики

Автоматика и телемеханика <http://ait.mtas.ru/ru/archive.php>

Релейщик,

Энергетика и рынок,

Экономика и математические методы <http://www.cemi.rssi.ru/emm/home.htm>.

#### **7.4 Интернет-ресурсы**

- Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева РАН <http://www.sei.irk.ru>
- Петербургский энергетический институт повышения квалификации Министерства энергетики Российской Федерации <http://www.peipk.spb.ru>
- Научно-исследовательский институт по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения <http://www.niipr.ru>
- ОАО "Институт "ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ" <http://www.oaoesp.ru>
- Системный оператор Единой энергетической системы <http://www.so-ups.ru>

#### **7.5 Нормативные документы**

- Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р
- Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью
- Федеральный закон № 261-ФЗ об энергосбережении и энергоэффективности (ред. от 13.07.2015)

#### **7.6 Методические указания к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям аспирант изучает рекомендованную литературу, знакомится с публикациями в периодических изданиях, использует интернет-ресурсы, и материалы лекций. Качество подготовки к практическим занятиям контролируется преподавателем во время проведения занятий.

#### **7.7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                                           | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционные и практические занятия – а.4207, 1129, 1320 лаборатория «Электроэнергетика и электроснабжение» а.6444, 6439, лаборатория «Электроснабжение» а.6438, 6438 | 10 персональных компьютеров, проектор, экран.<br>Лабораторный комплекс «Модель одномашиной электрической системы с узлом комплексной нагрузки, релейной защитой, автоматикой и измерителем параметров и показателей качества электроэнергии» – 3 шт.<br>Лабораторный комплекс «Электроснабжение промышленных предприятий» – 1 шт.<br>Специализированная лаборатория с набором приборов анализа режимов работы систем электроснабжения – 1 шт.<br>Лабораторный комплекс испытания терминалов интеллектуальной релейной защиты и моделирования режимов электроэнергетической системы – 1 шт.<br>Осциллограф RIGOL DS2302A, контроллер АСУ ТП CM 1812, коммутатор MOXA, аппаратура ВЧ-связи «Модем», аппаратно-программный комплекс Codesys, PETOM-61850, испытательное устройство релейной защиты PETOM-51, терминал SPAC-801 с испытательным блоком, модуль Glonass.<br>Встраиваемый промышленный компьютер Axiomtek eBOX560-880-FL-4300U-EU с комплектующими:<br>- Intel Core i5-4300U 1,9 ГГц;<br>- HDMI, DisplayPort;<br>- 2xCOM, 2xLAN;<br>- 4xUSB;<br>- отсек для 1x mSATA, 1x Mini-PCIe;<br>- AC-DC 60 Вт адаптер питания;<br>- память DDR3 4 Gb 1600 MHz AMD;<br>- накопитель SSD Silicon Power SATA III 120Gb.<br>Промышленный Ethernet Switch для помещений (15 10/100 BAsET(X)POTs) EDS-316<br>Блок питания 45 W Din-Rail 24 VDC Power | - Операционная система Windows XP, Prof, S/P3 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017)<br>- MSOffice 2007 лиц №43847744 (бессрочная)<br>- MS Access 2010 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017).<br>- MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 безсрочно)<br>- Matlab R2008a Лиц №527840<br>- AutoCAD 2015 Серийный номер / ключ продукта 545-19358656 / 651G1<br>- Visual Studio 2008 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017)<br>- PSCAD/EMTDC Simulation Software (Лиц. № 5312001, безсрочно)<br>- Dr.Web (срок лиц.2016-02-29 – 2017-04-27)<br>- Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»). |

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                   | Supply, 85-264VAC/120-370VDC DR-4524<br>Преобразователь измерительный многофункциональный с поддержкой синхронизированных векторных измерений ЭНИП-2-45/380-220-A1E4-23 |  |
| Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162.<br>Читальные залы а. 2202, 2203<br>- компьютерный класс ИВЦ а.1215 | 30 персональных компьютеров.<br>Доступ к библиотечному фонду НГТУ.<br>Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.                                                 |  |



**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (профиль): Энергетические системы и комплексы

Дисциплина: Оптимизация энергетических объектов

Форма обучения: очная

Учебный год 2015 - 2016

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника»»

протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2015г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электро-снабжение и силовая электроника»

Д.Т.Н., профессор
А.Б. Лоскутов

Автор:

Д.Т.Н., профессор А.Л. Куликов

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета подготовки специалистов высшей квалификации

|              |                |                     |      |
|--------------|----------------|---------------------|------|
| Д.Т.Н., доц. | Соснина Е.Н.   |                     |      |
|              | личная подпись | расшифровка подписи | дата |

|                                                                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>НГТУ</b>                                                                             |
|                                                                                   | <b>Рабочая программа дисциплины</b>                                                     |
| <b>СК-РП-15.1-04-15</b>                                                           | <b>Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2<br/>«Оптимизация энергетических объектов»</b> |

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учеб-  
ный год

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-  
ный учебный год

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан ФСВК

\_\_\_\_\_  
наименование факультета (института, где реализуется данное направление)    личная подпись    расшифровка подписи    дата