

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

 Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Концептуальное проектирование энергоэффективности  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Концептуальное проектирование и инжиниринг повышения  
энергоэффективности  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление с методами и средствами системной инженерии и концептуального проектирования для достижения энергоэффективности систем; освоение дисциплинарных компетенций по применению методов достижения энергоэффективности; использованию программного обеспечения ориентированного на решение широкого круга профессиональных задач оценки энергоэффективности.

Задачи дисциплины:

- изучение системного подхода, в области энергосбережения, основные концепции энергоэффективности системы (объекта), основы планирования и управления энергосбережением;
- формирование умений применять системный подход при анализе, планировании и управлении энергоэффективностью системы, использовать основные концепции энергоэффективности системы;
- формирование навыков применения системного подхода при анализе, планировании и управлении энергоэффективностью системы, достигая при этом положительных результатов в энергосбережении ресурсов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- энергетический баланс, итоговая энергоэффективность,
- выбор оптимальных технологий (холодоснабжение, энергораспределение, резервное и бесперебойное энергоснабжение, пожаротушение, диспетчеризация и мониторинг),
- эксплуатация инженерных систем,
- трудозатраты обслуживания,
- контроль и управление доступом, система безопасности,
- классический и модульный подходы к строительству.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                       | Средства оценки                |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ПК-2.12     | ИД-1ПК-2.12       | Знает: методику проведения экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений для повышения энергоэффективности предприятия; основы проведения экспертизы при разработке экономических моделей с использованием типовых потребителей энергоресурсов; основы междисциплинарного подхода при проектировании новых энергетических объектов для реализации энергоэффективной системы; | Знает содержание, применяемые методики расчета, последовательность реализации и критерии выбора мероприятий по повышению энергоэффективности                 | Экзамен                        |
| ПК-2.12     | ИД-2ПК-2.12       | Умеет: решать задачи инженерной сложности по выбору серийных энергетических объектов при работе над проектом повышения энергоэффективности системы с использованием системной инженерии; повышать энергоэффективность системы с возможностью достижения энергосбережения в условиях рыночной экономики.                                                                                 | Умеет создавать и использовать алгоритмы расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности                                            | Отчёт по практическому занятию |
| ПК-2.12     | ИД-3ПК-2.12       | Владеет навыками: решения задач инженерной сложности по выбору серийных энергетических объектов при работе над проектом повышения энергоэффективности системы с использованием системной инженерии; повышения энергоэффективности системы с возможностью достижения                                                                                                                     | Владеет базовыми навыками расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности с применением алгоритмического и программного обеспечение | Защита лабораторной работы     |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                | Средства оценки                |
|-------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|             |                   | энергосбережения в условиях рыночной экономики.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |
| ПК-2.14     | ИД-1ПК-2.14       | Знает: основы документирования требований при проектировании энергоэффективной системы; основы решения задач инженерной сложности по выбору серийных энергетических объектов при работе над проектом повышения энергоэффективности системы с использованием системной инженерии; основы повышения энергоэффективности системы с возможностью достижения энергосбережения в условиях рыночной экономики; влияние налогового и тарифного стимулирования на поддержку принятия концепции по-вышения энергосбережения; основы компенсации затрат на осуществление энергосберегающих мероприятий; основы анализа энергосбережения, в условиях экономического кризиса; основы системного анализа функционирования энергосистемы. | Знает: критерии отбора участников работ по подготовке проектной документации систем электроснабжения; порядок отбора исполнителей работ по подготовке проектной документации систем электроснабжения; порядок и особенности координации деятельности исполнителей работ по подготовке проектной документации систем электроснабжения. | Экзамен                        |
| ПК-2.14     | ИД-2ПК-2.14       | Умеет: проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений для повышения энергоэффективности предприятия; проводить экспертизы при разработке экономических моделей с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Умеет: разрабатывать варианты структурных схем системы электроснабжения объекта и выбирать оптимальную структурную схему; подготавливать и утверждать техническое задание на разработку проекта системы                                                                                                                               | Отчёт по практическому занятию |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Средства оценки            |
|-------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|             |                   | использованием типовых потребителей энергоресурсов; документировать требования при проектировании энергоэффективности системы; осуществлять системный анализ функционирования энергосистемы.                                                                                                                                                                                                     | электроснабжения объекта; разрабатывать частные технические задания на проектирование отдельных частей системы электроснабжения объекта.                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |
| ПК-2.14     | ИД-ЗПК-2.14       | Владеет навыками: проведения экспертиз предлагаемых проектно-конструкторских решений для повышения энергоэффективности предприятия; проведения экспертиз при разработке экономических моделей с использованием типовых потребителей энергоресурсов; документирования требований при проектировании энергоэффективности системы; осуществления системного анализа функционирования энергосистемы. | Владеет навыками: разработки частного технического задания на обследование объекта, для которого предназначена система электроснабжения; ознакомления с отчетом по результатам обследования объекта, для которого предназначена система электроснабжения; сбора информации об объекте, для которого предназначена система электроснабжения, и используемом оборудовании ведущих производителей. | Защита лабораторной работы |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 3                                  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54          | 54                                 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 |             |                                    |
| - лекции (Л)                                                                               | 16          | 16                                 |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 | 18          | 18                                 |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 18          | 18                                 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 54          | 54                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    | 36          | 36                                 |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |
| Зачет                                                                                      |             |                                    |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 144         | 144                                |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                          | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| 3-й семестр                                                                                                                                                                              |                                           |    |    |                                              |
| Основы системной инженерии. Процесс разработки и управления системной инженерией.                                                                                                        | 6                                         | 0  | 9  | 25                                           |
| Тема 1. Основные понятия системной инженерии.<br>Тема 2. Процесс разработки системной инженерии.<br>Тема 3. Процесс управления системной инженерией.                                     |                                           |    |    |                                              |
| Повышение энергоэффективности системы (объекта).                                                                                                                                         | 4                                         | 9  | 9  | 12                                           |
| Тема 4. Анализ потребности проектирования повышения энергоэффективности объекта (системы).<br>Тема 5. Исследование концепции повышения энергоэффективности системы (объекта).            |                                           |    |    |                                              |
| Концепции при повышении энергоэффективности.                                                                                                                                             | 6                                         | 9  | 0  | 17                                           |
| Тема 6. Определение концепции повышения энергоэффективности системы (объекта).<br>Тема 7. Анализ и поддержка принятия решения концепции повышения энергоэффективности системы (объекта). |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                        | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| ИТОГО по 3-му семестру                                 | 16                                        | 18 | 18 | 54                                           |
| ИТОГО по дисциплине                                    | 16                                        | 18 | 18 | 54                                           |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Применение методов системной инженерии на протяжении жизненного цикла системы (объекта) энергоэффективности с применением среды Matlab. Деление работы над проектом на специализированные части.                                                                                                 |
| 2      | Разработка планов (алгоритмов) управления системной инженерией в среде программирования LabVIEW. Применение междисциплинарного подхода при разработке и управлении системной инженерии. Сбор результатов работы над проектом в единое целое в программе OpenJEEVis. Документирование требований. |

### Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Системный анализ функционирования, оценка осуществимости, валидация потребностей энергоэффективности. Разработка экономической модели в среде Matlab.                                                                                                                                                          |
| 2      | Разработка экономической модели, анализ требований назначения, определение показателей функционирования, исследование концепции реализации и валидация требований к показателям функционирования системы энергоэффективности.                                                                                  |
| 3      | Определение концепции системы на основе разработанной экономической модели: формирование функциональных требований, привязка функций, выбор концепции, построение архитектуры и моделирование системы энергоэффективности. Планирование и управление энергосбережением. Повышение энергоэффективности системы. |
| 4      | Применение методики принятия решения при статическом, имитационном, физическом моделировании и анализе компромиссов для системы энергоэффективности. Выполнение системного анализа функционирования энергосистемы с применением OpenJEEVis.                                                                    |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                               | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                               | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>       |                                                                                                                                                     |                                           |
| 1                                   | Бочкарев С. В. Управление качеством : учебное пособие для вузов / С. В. Бочкарев, А. Б. Петроченков, А. Г. Схиртладзе. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. | 50                                        |
| 2                                   | Управление качеством : учебное пособие для вузов / С. В. Бочкарев [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2012.                                               | 5                                         |
| <b>2. Дополнительная литература</b> |                                                                                                                                                     |                                           |

| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1                                                                         | Бочкарёв С. В. Автоматизация управления жизненным циклом электротехнической продукции : учебное пособие / С. В. Бочкарёв, А. Б. Петrochenков, А. В. Ромодин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.          | 50 |
| 2                                                                         | Бочкарев С. В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий : учебное пособие / С. В. Бочкарев, А. Б. Петrochenков, А. В. Ромодин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. | 80 |
| 3                                                                         | Управление инновационными проектами : учебное пособие / А. Б. Петrochenков [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.                                                                                   | 30 |
| <b>2.2. Периодические издания</b>                                         |                                                                                                                                                                                                   |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                   |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                   |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                   |    |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                   |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                   |    |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                   |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                   |    |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки                                                                                                                                                                                  | Ссылка на информационный ресурс                                                                       | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Дополнительная литература | Бочкарев С. В., Петrochenков А. Б., Ромодин А. В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 397 с. | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3084">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3084</a> | сеть Интернет; свободный доступ                                                 |
| Дополнительная литература | Бочкарев С.В., Петrochenков А.Б., Ромодин А.В. Автоматизация управления жизненным циклом электротехнической продукции: Учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 364 с.             | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2757">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2757</a> | сеть Интернет; свободный доступ                                                 |
| Дополнительная литература | Управление инновационными проектами: учеб. пособие /А.Б. Петrochenков [и др.]; под ред. Л.А. Мыльникова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 297 с.                                          | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2933">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2933</a> | сеть Интернет; свободный доступ                                                 |

| Вид литературы      | Наименование разработки                                                                                                                                    | Ссылка на информационный ресурс                                                                     | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Основная литература | Бочкарев С.В., Петроченков А.Б., Схиртладзе А.Г. Управление качеством: учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 438 с. | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3327">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3327</a> | сеть Интернет; свободный доступ                                                 |

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Вид ПО                                                                                                  | Наименование ПО                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Операционные системы                                                                                    | MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )                                                            |
| Офисные приложения.                                                                                     | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567                                                               |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения                                                    | MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.                                                               |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения                                                    | OpenJEVis (Free <a href="http://openjevis.org/projects/openjevis">http://openjevis.org/projects/openjevis</a> ) |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | LabVIEW (NI Academic Site License № 469934 )                                                                    |

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Наименование                                                                                | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань                                                        | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks                                                    | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс                                                 | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий         | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения                     | Количество единиц |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лабораторная работа | Информационная система мониторинга и анализа энергетических данных OpenJEVis                        | 1                 |
| Лабораторная работа | Лабораторный стенд «Интеллектуальная электроэнергетическая система MicroGrid» на базе среды LabView | 1                 |

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лабораторная работа  | ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь    | 10                |
| Лекция               | Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер                        | 1                 |
| Практическое занятие | ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь    | 10                |

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|