

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДЭ.01.02 Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профиль): Электрические станции
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	8	10
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3/108	3/108
Контактная работа (час.), в том числе	36	22
лекции (час.)	16	8
лабораторные работы (час.)	16	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	36	50
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен (36)	Экзамен (36)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электрические станции») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Ст. преподаватель кафедры
«Электрические системы»

(подпись)

Гришанов С.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «07» 03 2023 года № 8

Заведующий кафедрой

(подпись)

Полковниченко Д.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 7

Председатель

(подпись)

Ткаченко С.Н.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель

(подпись)

Ткаченко С.Н.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от « » 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от « » 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, которые связаны с изучением методов решения оптимизационных задач, которые встречаются в электроэнергетике как на стадии проектирования электрической системы и на этапах ее развития, а также при эксплуатации объектов электроэнергетики.

Целью дисциплины является: подготовка студентов в области использования современных математических методов и алгоритмов для решения энергетических задач, главным образом с использованием ЭВМ. Приобретенные в процессе изучения дисциплины знания усиливают специальную теоретическую подготовку и раскрывают возможности применения математического аппарата для решения вопросов эксплуатации и развития электроэнергетических систем.

Задачи дисциплины: основными задачами дисциплины является

- изучения решения задач электроэнергетики, которые могут быть описаны линейной математической моделью;
- постановка и решение задач, связанных с выбором оптимальной конфигурации сети;
- изучения методов нелинейного программирования, которые позволяют решать задачи расчета и оптимизации режимов электрических систем и сетей;
- изучения методов учета дискретности и целочисленности параметров, подлежащих оптимизации;
- изучения методов принятия решений в условиях неопределенности информации.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать

- методы исследования операций в рамках линейного, нелинейного и дискретного программирования;
- методы математической статистики;

уметь

- формулировать задачи проектирования, развития и эксплуатации энергосистемы и использовать для их решения приобретенные знания;
- разрабатывать алгоритмы решения этих задач;

владеть

- навыками использования математического аппарата для решения оптимизационных задач энергетики.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Введение. Понятие о математическом программировании	6/8	2/2	-	0/0	4/6
Тема 2. Основы линейного программирования	20/18	4/2	-	6/4	10/12
Тема 3. Транспортные алгоритмы	14/13	4/2	-	2/2	6/9
Тема 4. Дискретное и динамическое программирование	16/13	4/2	-	4/2	8/9
Тема 5. Нелинейное программирование	12/14	2/0	-	4/0	6/14
Контактная работа (дополнительная)	4/6	-	-	-	-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-
Итого по видам занятий	72/72	16/12	-	16/10	36/50
Контроль	36/36				
Итого:	108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1-5

3.2 Лекции

Целью лекционных занятий является приобретение студентами основ знаний в области построения основных задач электроэнергетики и умений решения этих задач с использованием известных математических методов.

Тема 1. Введение. Понятие о математическом программировании..

Содержание темы 1:

Место дисциплины «Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики» в ряде других дисциплин. Основные сведения о задачах оптимизации. Формули-

ровка оптимизационной задачи. Целевая функция и ограничения, их смысл. Примеры по энергетике.

Литература к теме 1: [[Л1](#), [Л2](#), [Л3](#), [Л4](#), [Л6](#)]

Тема 2. Основы линейного программирования.

Содержание темы 2:

Основные понятия линейного программирования (ЛП) и примеры его использования в задачах развития энергосистем. Формы записи задачи ЛП. Методы решения задач ЛП. Графический метод решения задачи ЛП.

Каноническая форма записи задачи ЛП, базисное решение задачи, пути улучшения базисного решения. Симплексный метод решения задач ЛП.

Использование симплексных таблиц для решения задач ЛП. Искусственное первоначальное решение. Последовательность преобразований в симплексных таблицах.

Примеры использования линейного программирования для решения электро-энергетических задач: оптимизаций структуры генерирующих мощностей, распределение мощности электростанции между агрегатами, выбор оптимальной конфигурации электрической сети.

Литература к теме 2: [[Л2](#), [Л3](#), [Л4](#)]

Тема 3. Транспортные алгоритмы.

Содержание темы 3:

Формулировка классической транспортной задачи (ТЗ). Заполнение первоначального плана для решения ТЗ: метод минимального элемента в строке (столбце), метод минимального элемента в матрице.

Основной алгоритм распределительного метода решения ТЗ. Составление циклов пересчете к свободной клетки. Критерий оптимальности ТЗ.

Метод потенциалов. Расчет характеристик циклов пересчете к свободной клетки. Открытая транспортная задача.

Транспортная задача с транзитом. Учет ограниченности пропускной способности линии электропередачи при использовании транспортного алгоритма.

Литература к теме 3: [[Л1](#), [Л3](#), [Л5](#), [Л6](#)]

Тема 4. Дискретное и динамическое программирование.

Содержание темы 4:

Целочисленного программирования. Метод Гомори для решения целочисленной задачи линейного программирования. Двойственный симплексный метод, алгоритм метода.

Экономические интервалы и функции оптимальных затрат для элементов сети. Использование экономических интервалов к выбору сечений проводов линий электропередачи.

Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Рекуррентные соотношения метода динамического программирования (на примере выбора оптимальной структуры генерирующих мощностей).

Литература к теме 4: [[Л2](#), [Л5](#)]

Тема 5. Нелинейное программирование.

Содержание темы 5:

Общие сведения о нелинейном программировании. Классификация методов решения задач нелинейного программирования. Основные проблемы алгоритмов оптимизации.

Методы первого порядка безусловной минимизации функции со многими неизвестными. Метод градиента. Выбор длины шага в выбранном направлении.

Методы второго порядка безусловной минимизации функции со многими неизвестными. Метод Ньютона и его модификации.

Методы нулевого порядка безусловной минимизации функции многих переменных и их область применения. Редукция метода контурной оптимизации на сетевую задачу развития.

Постановка задачи условной оптимизации. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.

Литература к теме 5: [Л2, Л3]

3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Анализ возможных случаев решения задачи линейного программирования графическим методом.	2/2	[Л7]
2	Использование симплексных таблиц для решения задачи линейного программирования.	2/2	[Л7]
3	Решение энергетической задачи симплексным методом.	2/0	[Л7]
4	Выбор оптимальной конфигурации сети с помощью транспортных таблиц.	2/2	[Л7]
5	Решение целочисленной задачи методом Гомори.	2/0	[Л7]
6	Выбор сечений проводов методом экономических интервалов.	2/2	[Л7]
7	Решение задачи нелинейного программирования градиентными методами.	2/0	[Л7]
8	Решение задачи нелинейного программирования методами нулевого порядка.	2/0	[Л7]
Итого:		16/8	

3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	15/21
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	12/20
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	9/9
Итого:		36/50

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальное задание предусмотрено учебными планами для студентов как очной, так и заочной формы обучения. Целью выполнения индивидуального задания является закрепление теоретического материала по дисциплине «Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики» и приобретение практических навыков применения теории к решению инженерных задач.

Тематика заданий связана с применением методов и алгоритмов линейного и динамического программирования для решения оптимизационных задач энергетики (заочная форма обучения), а также транспортных алгоритмов (для студентов очной и заочной форм обучения).

В результате выполнения работы студент должен:

- знать принципы построения математической модели для решения задачи линейного и динамического программирования;
- уметь пользоваться алгоритмами предназначенными для решения оптимизационных задач (симплексный метод, транспортный алгоритм, принцип оптимальности Беллмана).

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 20 страниц формата А4.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену

1. Может ли задача ЛП не иметь ограничений?
2. Что будет, если число переменных в задаче ЛП равно количеству ограничений?
3. В каких ситуациях задача ЛП не имеет решения?
4. Какая переменная называется базисной?
5. Что является признаком оптимальности решения задачи ЛП?
6. Каков порядок заполнения симплексной таблицы?
7. Где в симплексной таблице располагается базисное решение?
8. Что нужно сделать, чтобы произвольную форму записи привести к канонической?
9. В чем суть симплексного метода?

10. В чем состоят достоинства и недостатки графического метода решения задачи ЛП?
11. Как найти переменную, которую следует ввести в состав БП?
12. Как ищется переменная, выводимая из состава БП?
13. Как осуществляется пересчет симплексной таблицы?
14. Когда в ЦФ появляются переменные с коэффициентом М?
15. Какие особенности задачи ЛП позволяют отнести ее к классу транспортных задач?
16. Какой план называется допустимым; опорным; вырожденным?
17. Как вырожденный план привести к опорному?
18. Как свести задачу открытого типа к закрытому?
19. Как находится начальный опорный план?
20. Что называется, циклом пересчета?
21. Что показывает характеристика цикла пересчета?
22. Что является критерием оптимальности решения транспортной задачи?
23. Как выбрать свободную клетку, в которую следует делать поставку?
24. В чем суть метода потенциалов? В чем его преимущества перед распределительным?
25. Какую максимальную поставку можно сделать в выбранную свободную клетку?
26. Почему в электроэнергетике нужны методы целочисленного программирования?
27. В чем суть метода экономических интервалов?
28. Как найти экономические интервалы при выборе стандартного сечения ЛЭП?
29. Подумайте, как применить метода экономических интервалов для определения количества одновременно работающих трансформаторов на ПС?
30. Когда применяется методы динамического программирования?
31. В чем суть принципа оптимальности Беллмана?

4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ и индивидуальной контрольной работы; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. Экзаменационные билеты для очной и заочной формы содержат три практических задания с элементами теории (небольшой теоретический вопрос в первых двух заданиях). При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющими схемами и рисунками. Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных и практических работ, а также контрольной работы.

Первое задание на тему применение графического или симплексного метода для решения задачи линейного программирования, оценивается в 30 баллов по шкале ECTS. Из них 5 баллов это составление необходимой для решения задачи формы записи, 10 баллов алгоритм решения, 10 баллов правильность вычислений и 5 баллов - теоретический вопрос. Второе задание на тему решение транспортных задач разного типа, оценивается в 40 баллов по шкале ECTS. Пример распределения баллов 10 баллов заполнить исходную транспортную таблицу, 15 баллов решить ее методом потенциалов, 10 баллов правильность вычислений и 5 баллов - теоретический вопрос. Третье задание на возможные темы: целочисленное программирование, метод экономических интервалов, динамическое программирование, оценивается в 30 баллов по шкале ECTS. Из них 5 баллов это составление математической модели, 15 баллов алгоритм решения, 10 баллов правильность вычислений.

При подсчете баллов за теоретический вопрос и практические задания от максимального количества баллов снимается за:

- неправильный ответ на вопрос: 5 баллов – для заданий 1-2;
- существенные ошибки: от 15 до 30 (40) баллов – практические задания;
- мелкие ошибки: от 1 до 15 баллов – практические задания.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма баллов за каждое задание. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблицах 1 и 2. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы и решение задачи экзаменационного билета	вопрос 1 и задание 1	30
	вопрос 2 и задание 2	40
	задание 3	30
ИТОГО:		100

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.5 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Выбор оптимальной конфигурации сети с помощью транспортных таблиц».

1. Что такое транспортная задача открытого и закрытого типа?
2. Как свести задачу открытого типа к закрытому?
3. Как находится начальный опорный план?
4. Что называется, циклом пересчета?
5. Что показывает характеристика цикла пересчета?
6. Что является критерием оптимальности решения транспортной задачи?
7. Как выбрать ту свободную клетку, в которую следует делать поставку, если имеется несколько отрицательных ХЦП?
8. В чем суть метода потенциалов? В чем его преимущества перед распределительным?
9. Почему одному из потенциалов необходимо произвольно задать значение?
10. Как вычисляются остальные потенциалы строк и столбцов?
11. Какую максимальную поставку можно сделать в выбранную свободную клетку?

4.6 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

І Основная литература

1. Филиппова, Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т. А. Филиппова, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина. — 3-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 356 с. — ISBN 978-5-7782-3498-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91287.html>
2. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1383-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116448.html>
3. Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. — 198 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72127.html>

II Дополнительная литература

4. Исследование операций. В 2 частях. Ч. 1. Линейное программирование : учебное пособие / Н. М. Ефромеев, Е. В. Ефромеева. — Саратов : Вузовское образование, 2021. — 137 с. — ISBN 978-5-4487-0198-6 (ч. 1), 978-5-4487-0839-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118468.html>
5. Ефромеев, Н. М. Исследование операций. В 2 частях. Ч. 2. Элементы целочисленного программирования : учебное пособие / Н. М. Ефромеев, Е. В. Ефромеева. — Саратов : Вузовское образование, 2022. — 130 с. — ISBN 978-5-4487-0834-3 (ч. 2), 978-5-4487-0839-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120935.html>
6. Ананичева, С. С. Модели развития электроэнергетических систем : учебное пособие / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под редакцией П. И. Бартоломей. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 148 с. — ISBN 978-5-321-02313-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65947.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики» : для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электрических систем ; сост. С. А. Гришанов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – 30 с. (протокол №12 заседания учебно-издательского совета ДОННТУ от 17.12.2021 г.), - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – (Доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания для самостоятельной работы и выполнения индивидуального задания по дисциплине «Алгоритмизация оптимизационных задач энергетики» : для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электрических систем ; сост. С. А. Гришанов. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – 37 с. (протокол №1 заседания учебно-издательского совета ДОННТУ от 26.01.2022 г.), - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – (Доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория №8.509, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: С П-1100 (ОС - Windows XP Professional x86 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2 Лабораторные работы:

Дисплейный класс №8.512а, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование: компьютеры Cel/2.53GHz/512Mb/40Gb, Cel/2.53GHz/256Mb/40Gb, Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i3 3.0 Ghz (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17",

мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОН-НТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPR SMART), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).