

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

 О. И. Родькин

2022 г.

Регистрационный № УД-180221уч.

БИОЭНЕРГЕТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (ОСВО) 1-43 01 06-2021 и учебных планов 133-21/уч. от 14.05.2021 г. и 136-21/уч. инт. з. от 14.05.2021 г. по специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

СОСТАВИТЕЛЬ:

Ю. М. Шуля, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 3 от 28.10.2022 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 2 от 31.10.2022)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Биоэнергетика» является неотъемлемым звеном подготовки специалистов в области энергоэффективных технологий. В настоящее время во многих странах мира наблюдается повышенный интерес к развитию технологий возобновляемых источников энергии (энергии солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, древесного топлива, иных видов биомассы, биогаза). Беларусь идеально подходит для развития биоэнергетики благодаря наличию больших массивов леса, развитого сельского хозяйства, хорошо развитой инфраструктуры распределения энергии. Эффективное применение возобновляемых источников энергии, в том числе энергии биомассы и биогаза, требует высококвалифицированных кадров, подготовка которых ведется в рамках специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». Содержание курса включает вопросы сбора, транспортировки и переработки биосырья, производства и использования различных биотоплив.

Цель учебной дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и практических навыков в области биоэнергетики.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные физико-химические и теплотехнические свойства биомассы;
- усвоить технологию получения тепловой и электрической энергии на основе переработки биосырья;
- изучить устройство и принцип работы машин и оборудования для производства тепловой и электрической энергии.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- технологии биоэнергетики;
- режимы и параметры биоэнергетических технологий;

владеть:

- методами расчета аппаратов, реализующих биоэнергетические процессы;
- приемами постановки инженерных задач и их решения;

уметь:

- использовать математические модели биоэнергетических явлений и процессов для расчета на ЭВМ;
- проводить эксперименты в лабораторных условиях;
- выполнять практические работы по оценке энергетического использования биомассы.

Изучение учебной дисциплины «Биоэнергетика» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Основы эколого-экономической устойчивости производства», «Топливо и его использование», «Менеджмент возобновляемых энергетических ресурсов».

Для формирования современных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые вовлекают студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, проведение тестирования по отдельным разделам и дисциплине в целом, письменные контрольные работы, устный опрос во время практических занятий и лабораторных работ, написание рефератов по отдельным вопросам дисциплины.

В ходе изучения учебной дисциплины студент должен освоить следующие **компетенции:**

СК-8: применять энергоэффективные технологии и устройства с использованием возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут проводиться в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетных заданий, коллоквиумов, контрольных работ, тестирования, устного или письменного экзамена и т. д.

В соответствии со стандартом специальности и типовым учебным планом дисциплина «Биоэнергетика» изучается в объеме 108 ч, в том числе для очной формы обучения 68 ч аудиторных, из них 34 ч – лекции, 18 ч – лабораторные, 16 ч – практические занятия. Для заочной формы обучения 16 ч аудиторных, из них 6 ч – лекции, 4 ч – лабораторные, 6 ч – практические занятия.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен в VI семестре (для очной формы получения высшего образования), экзамен в VIII семестре (для заочной формы получения высшего образования).

Форма получения образования – очная и заочная.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольное задание, выдаваемое на установочной лекции. Цель контрольного задания – формирование профессиональных знаний и практических навыков в области биоэнергетики.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Потенциал биоэнергетики в Республике Беларусь

Введение. Потенциал биоэнергетики в Республике Беларусь. Реализации государственной политики в Республике Беларусь в области биоэнергетики. Потенциал биоэнергетики в Республике Беларусь. Потенциал местных и возобновляемых энергоресурсов.

Тема 2. Источники и виды биомассы. Основные физико-химические и теплотехнические свойства

Источники и виды биомассы. Древесная биомасса. Источники и виды древесного топлива. Отходы сельскохозяйственного производства. Коммунальные отходы. Отходы растениеводства. Основные физико-химические и теплотехнические свойства древесной биомассы. Влажность. Зольность. Плотность. Элементарный состав древесной массы. Содержание химических веществ в древесных видах топлива. Состав продуктов сгорания древесины. Теплотворная способность топлива. Калорийные эквиваленты различных видов биомассы.

Тема 3. Технологические процессы заготовки и производства древесного топлива

Технологии заготовки и логистики древесной биомассы. Оценка потенциала биомассы в лесах. Технологические процессы заготовки и производства древесного топлива. Классификация отходов древесного сырья.

Технология производства древесной щепы. Технологические схемы производства топливной щепы. Типы рубильных машин и их характеристики.

Технологии производства топливных брикетов и древесных гранул (пеллет). Технические требования. Стандарты на производство топливных брикетов в Республике Беларусь. Стандарты на производство пеллет в Республике Беларусь. Преимущества гранулированного топлива.

Технологии и оборудование для выращивания быстрорастущей древесины. Энергетическое использование соломы.

Тема 4. Технологии энергетического использования растительной биомассы

Прямое сжигание биотоплива. Реакция горения древесины. Факторы, определяющие эффективность сгорания древесного топлива. Коэффициент избытка воздуха в топке. Особенности сжигания древесной биомассы. Стадии сжигания твердого топлива. Параметры эффективного сгорания топлива. Влияние сжигания биотоплива на окружающую среду. Основные технологии сжигания древесной биомассы. Слойовой, факельный, вихревой, циклонный способы сжигания, сжигание в кипящем и циркуляционном слое. Сжигание топлива в циркулирующем псевдоожиженном слое. Технологическая оценка и области применения различных технологий сжигания биомассы.

Технология производства древесного угля. Технологическая схема пиролиза древесины. Установки для производства древесного угля. Требования стандартов к качеству древесного угля.

Технологии газификации древесины. Установки для производства генераторного газа. Химические реакции в газогенераторе. Состав генераторного газа. Применение генераторного газа.

Тема 5. Технологические процессы производства биогаза

Технологии получения биогаза. Метановое брожение. Состав и свойства биогаза. Субстраты для брожения. Факторы, влияющие на процесс метанового брожения, влияние исходного сырья на выход и состав биогаза.

Технология получения биогаза из отходов сельскохозяйственного производства. Схема переработки органических отходов в биогаз и биоудобрение. Этапы сбраживания сырья. Температурные режимы получения биогаза.

Биогазовые установки. Типы установок для получения биогаза. Компоненты биогазовой установки. Эффективность технологий получения биогаза в зависимости от вида сырья.

Энергетическое использование производственных и коммунальных отходов. Технология получения биогаза из коммунальных отходов. Свалочный газ. Оценка выхода свалочного газа.

Правила размещения и проектирования биогазовых комплексов. Основные положения в области охраны окружающей среды при размещении биогазовых комплексов. Расчет экономической эффективности биогазовых комплексов. Определение срока окупаемости строительства и основных экономических показателей биогазового топлива. Энергетические, технологические, экологические и агротехнические аспекты сбраживания биомассы.

Тема 6. Технологии производства биоэтанола и биодизеля

Технология получения биоэтанола. Сырье для получения биоэтанола. Методы получения биоэтанола из целлюлозы. Этанол в качестве компонента бензина. Экологические аспекты использования биоэтанола.

Технологии производства биодизельного топлива. Производство биодизельного топлива в Республике Беларусь и в мире. Сырье для производства биодизельного топлива.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(дневная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Потенциал биоэнергетики в Республике Беларусь	2	–	–	–	1
2	Источники и виды биомассы. Основные физико-химические и теплотехнические свойства	2	–	–	–	1, 2
3	Технологические процессы заготовки и производства древесного топлива	6	8	4	–	1, 2, 4
4	Технологии энергетического использования растительной биомассы	10	4	4	–	1, 2, 4
5	Технологические процессы производства биогаза	10	4	10	–	1, 2, 4
6	Технологии производства биоэтанола и биодизеля	4	–	–	–	1, 2
Итого		34	16	18	–	3, 5

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(заочная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Потенциал биоэнергетики в Республике Беларусь	1	–	–	–	1
2	Источники и виды биомассы. Основные физико-химические и теплотехнические свойства	1	–	–	–	1, 2
3	Технологические процессы заготовки и производства древесного топлива	1	2	–	–	1, 2
4	Технологии энергетического использования растительной биомассы	1	2	–	–	1, 2
5	Технологические процессы производства биогаза	1	2	4	–	1, 2, 4
6	Технологии производства биоэтанола и биодизеля	1	–	–	–	1, 2
Итого		6	6	4	–	3, 5

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы преподавания дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие инженерной культуры.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Водяников, В. Т. Экономика реализации биоэнергетического потенциала отходов аграрного производства : учеб. пособие. – СПб.,: Лань, 2018. – 128 с.: ил.
2. Земсков, В. И., Проектирование ресурсосберегающих технологий и технических систем в животноводстве : учеб. пособие для вузов / В. И. Земсков. – 2-е изд., испр. – СПб.:Лань, 2022. – 380 с.:ил.
3. Кузьмин, С. Н. Нетрадиционные источники энергии: бионергетика: учеб. пособие / С. Н. Кузьмин, В. И. Ляшков, Ю. С. Кузьмина. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 128 с.
4. Кучур, С. С. Биоэнергетика : учеб.-метод. пособие / С. С. Кучур, С. П. Кундас. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 64 с.
5. Лукаш, А. А. Энергетическое использование древесной биомассы : учеб. пособие для ВО / А. А. Лукаш. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 124 с.: ил.
6. Панцхава, Е. С. Электростанции на биотопливе (биомассе) / Е. С. Панцхава. – КноРус, 2020. – 338 с.
7. Сюснев, В. С. Энергетическое использование древесной биомассы : заготовка, транспортировка, переработка и сжигание : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. С. Сюснев [и др.]. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2014. – 123 с.
8. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии /И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. – М : Лань, 2022. – 328 с.
9. Bioenergy Portal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energypedia.info/wiki/Portal:Bioenergy>. – Дата доступа : 12.10.2022.

10. European Biogas Association (EBA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.europeanbiogas.eu>. – Дата доступа : 12.10.2022.

Дополнительная

11. Баран, А. Н. Проектирование объектов возобновляемой энергетики : учеб. пособие / А. Н. Баран, В. А. Пашинский [и др.]. – Минск : РИВШ, 2020. – 440 с.

12. Использование древесной биомассы в энергетических целях : науч. обзор / С. П. Кундас, С. С. Позняк, О. И. Родькин и др. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008 – 85 с.

13. Кундас, С. П. Возобновляемые источники энергии : монография / С. П. Кундас, С. С. Позняк, Л. В. Шенец – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. – 315 с.

14. Национальный фонд технических нормативных правовых актов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tnpa.by>. – Дата доступа : 12.10.2022.

15. Руководство по биогазу. От получения до использования. Агентство по возобновляемым источникам (FNR), 2010. – 215 с.

16. Удалов, С. Н. Возобновляемая энергетика : учеб. пособие / С. Н. Удалов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – 607 с.: цв. ил.

17. Федоренчик, А. С. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий. – Минск : БГТУ, 2010. – 446 с.

18. Integrated Biogas Systems. Local applications of anaerobic digestion towards integrated sustainable solutions. – IEA Bioenergy, 2018. – 28 p.

Renewable Energy. Power for sustainable future : edited by godfreyboyle. – 3-е изд. – Oxford : University press, 2012. – 566 с.

Наименование и виды методических средств

№ п/п	Наименование	Вид
1	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Электронный файл - *.pdf
2	Презентации	Электронный файл - *.ppt, *.pdf
3	Тестовые задания	Электронный файл
4	Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ	Электронный файл
5	Методические рекомендации к выполнению практических заданий	Электронный файл

Формы контроля знаний

№ п/п	Форма
1	Проведение опроса на лекционных и практических занятиях
2	Реферат по дисциплине
3	Контрольная работа
4	Защита отчетов по лабораторным работам
5	Проведение экзамена по курсу

Перечень тем практических занятий

Номер раздела, темы	Тема практического занятия
3	Расчет ресурсов лесосечных отходов и динамики их образования в течение года
3	Расчет производительности мобильных рубильных машин для производства щепы
3	Расчет ресурсов древесного топлива
3	Определение теплоты сгорания брикетов и производительности шнекового пресса
4	Расчет теплового баланса котла на древесной биомассе
5	Расчет энергетических и технологических аспектов сбраживания биомассы

Перечень тем лабораторных занятий

Номер раздела, темы	Тема лабораторного занятия
1	2
3	Анализ конструкций и принципа работы установок для производства топливной щепы, топливных брикетов и древесных гранул (пеллет)
4	Анализ конструкций и принципа работы установок для производства древесного угля и газификации древесной биомассы
5	Определение влажности, сухого вещества, сухого органического вещества и зольности в составе биологического сырья
5	Определение концентрации летучих органических кислот в составе биологического сырья
5	Определение концентрации аммонийного азота в составе биологического сырья
5	Изучение технологии анаэробного дискретного сбраживания биологического сырья

Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение кафедры, разработавшей учебную программу
Основы эколого-экономической устойчивости производства	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	Учебную программу по дисциплине «Биоэнергетика» утвердить. Протокол № 3 от 28.10.2022 г.
Менеджмент возобновляемых энергетических ресурсов	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	
Топливо и его использование	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	

Согласовано:

Зав. кафедрой
энергоэффективных технологий

В.А. Пашинский