

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

29.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.28 Энергетическое использование древесной биомассы

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

35.03.02 Технология лесозаготовительных и  
деревоперерабатывающих производств

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Лесоинженерное дело

Курс 3

Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	16	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	76	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	6	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ДОП	СОГЛАСОВАНО	Р.Х. Гайнуллин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра деревообрабатывающих производств

(наименование кафедры)		
24.01.2024	протокол №	4
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Х. Гайнуллин
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Ширнин
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Лабинов Александр Витальевич, директор ООО "Прогресс"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 11.03.2024 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Знает современные технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	<b>знания:</b> - основные физические свойства различных видов древесной биомассы, позволяющие использовать ее в качестве источника энергии; - основные законы физических и химических преобразований органического вещества древесной биомассы в энергию и /или энергоносители. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-4.2 Умеет выбирать, обосновывать и реализовывать современные технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств с учетом природно-производственных условий, требований к качеству продукции, экономических ограничений	<b>знания:</b> <b>умения:</b> - пользоваться технической документацией и справочными данными для расчета энергетического баланса деревообрабатывающего предприятия. <b>навыки:</b>
	ОПК-4.3 Реализует современные технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств	<b>знания:</b> - принципы и методы теплотехнических и технико-эксплуатационных расчетов различных систем и устройств, преобразующих запасенную в древесной биомассе в теплоту и/или электроэнергию <b>умения:</b> - рассчитывать теплоту сгорания и энтальпию продуктов сгорания древесной биомассы; - осуществлять подбор оборудования для выполнения производственного задания. <b>навыки:</b> - подбирать технологическое оборудование в зависимости от потребностей деревообрабатывающего предприятия.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Материаловедение. Часть 1 (ОПК-4), Материаловедение. Часть 2 (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Проектирование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств (ОПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1. Использование древесины в качестве топлива</b>	<b>49</b>	ОПК-4
Лекция. Лекция №1. Характеристика топливно-энергетического комплекса России и стран мира. Древесина как сырье для энергетики. Основные физико-химические характеристики древесины как топлива.	2	
Практическое занятие. Практическое занятие №1. Составление структурной схемы технологического процесса деревоперерабатывающего предприятия.	2	
Лекция. Лекция № 2. Дрова, подготовка к сжиганию, применяемое оборудование, технология. Топливная щепа, производство, применяемые технологии и оборудование, транспортировка и хранение. Опилки, стружки, хранение и подготовка к сжиганию.	2	
Практическое занятие. Практическое занятие №2. Виды отходов, нормативы и схемы их образования.	1	
Практическое занятие. Практическое занятие №3. Расчет объемов отходов в технологическом процессе.	2	
Лекция. Лекция № 3. Основные виды топочных процессов при сжигании различных видов древесного топлива.	3	
Практическое занятие. Практическое занятие №4. Определение пригодности использования отходов в качестве топлива.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная проработка лекций и практических работ	36	
<b>Раздел 2. Производство из древесины твердого топлива</b>	<b>31</b>	ОПК-4
Лекция. Лекция № 4. Общие сведения о древесном топливе с улучшенными свойствами. Брикеты, пеллеты, гранулы. Производство, применяемые технологии и оборудование. Упаковка и хранение.	3	
Практическое занятие. Практическое занятие № 5. Составление структурной схемы тех-процесса и подбор оборудования для	2	

изготовления брикетов, пеллетов и гранул.		
Практическое занятие. Практическое занятие № 6. Расчет выхода брикетов, пеллетов и гранул.	2	
Лекция. Лекция № 5. Технология и оборудование для производства дре-весного угля. Установки для сжигания различных видов улуч-шенного твердого древесного топлива.	2	
Практическое занятие. Практическое занятие № 7. Составление структурной схемы тех-процесса и подбор оборудования для изготовления древесного угля.	1	
Практическое занятие. Практическое занятие № 8. Расчет выхода древесного угля.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная проработка лекций и практических работ	20	
<b>Раздел 3. Производство из древесины жидкого топлива</b>	<b>28</b>	ОПК-4
Лекция. Лекция № 6. Общая характеристика методов получения жидкого топлива из древесины. получение топливного этанола методом гидролиза древесных отходов.	2	
Практическое занятие. Практическое занятие № 9. Составление структурной схемы тех-процесса и подбор оборудования для получения жидкого топлива.	1	
Практическое занятие. Практическое занятие № 10. Расчет выхода жидкого топлива исходя из состава исходного сырья.	1	
Лекция. Лекция № 7. Получение метанола из древесных отходов и использование его в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания. Смесевые моторные топлива.	2	
Практическое занятие. Практическое занятие № 11. Определение количества тепловой энергии при сжигании жидкого органического топлива.	1	
Практическое занятие. Практическое занятие № 12. Расчет времени сгорания, тепловой производительности и тепловых потерь при различных схемах организации процесса горения жидкого топлива.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная проработка лекций и практических работ	20	
Иная контактная работа: зачет	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. **Практические занятия** включают ознакомление с планом практического занятия; выполнение домашнего задания, решение задач, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Технология и оборудование лесных складов и деревоперерабатывающих производств [Текст] : [учебное пособие по специальности "Технология деревообработки", направлению "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств"] / [А. Н. Чемоданов и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 111 с. ISBN 978-5-8158-1824-8. Экземпляры: всего 51.	51 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Chemodanov_tehnologia_oborudovanie_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Chemodanov_tehnologia_oborudovanie_2017.pdf</a>
2.	Чемоданов, Александр Николаевич. Локальные системы энергоснабжения деревообрабатывающих предприятий [Текст] : [учебное пособие для магистров, аспирантов, инженерно-технических работников лесопромышленного и деревообрабатывающего производств] / А. Н. Чемоданов, П. Е. Царев; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 220 с. Экземпляры: всего 122.	122
3.	Чемоданов, Александр Николаевич. Продукция комплексной переработки древесины и древесных материалов [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 250400 (656300) "Технология лесозаготов. и деревообраб. пр-в" по специальности 250401 (260100) "Лесоинженер. дело"] / А. Н. Чемоданов, Е. М. Царев, С. Е. Анисимов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 443 с. ISBN 978-5-8158-0620-7. Экземпляры: всего 70.	70 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/chemodanov-produkcija-kompl.pdf">https://portal.volgatech.net/books/chemodanov-produkcija-kompl.pdf</a>
4.	Чемоданов, Александр Николаевич. Сушка древесины [Текст] : справочные материалы : [учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 656300 "Технология лесозаготов. и деревообраб. пр-в" по	58

специальности 260100 "Лесоинженер. дело"] / А. Н. Чемоданов, Е. М. Царев, С. Е. Анисимов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 239 с. ISBN 5-8158-0329-4. Экземпляры: всего 58.
--

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	004 (I)	Экран на штативе 180*180см Combiflex Type D Medium (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по

накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

### 1. Теплопроводность – перенос тепла при помощи:

- а. взаимодействия между собой молекул и атомов вещества
- б. Воздушной среды
- в. Электромагнитного поля

### 2. Конвекция – перенос тепла при помощи:

- а. Движения частиц газа или жидкости
- б. Взаимодействия между собой молекул и атомов вещества
- в. Электромагнитного поля

### 3. Излучение (радиация) – перенос тепла при помощи:

- а. Электромагнитного поля
- б. Газов и жидкостей
- в. Взаимодействия между собой частиц вещества

### 4. Кондуктивная сушка происходит при:

- а. Использования нагретой жидкости
- б. Использования нагретого воздуха
- в. При контакте с нагретыми телами

### 5. Структурная схема технологического процесса показывает:

- а. Объем производства
- б. Состав и последовательность выполнения операций технологического процесса
- в. Вид и перечень выпускаемой продукции
- б. В результате выполнения переместительных операций изменяется:
  - а. Внутренняя структура древесины
  - б. Местоположение заготовки



в. Цвет древесины

7. В результате выполнения обрабатывающих операций изменяется:

а. Форма и размеры заготовки

б. Влажность древесины

в. цвет древесины

8. Локальные открытые системы энергосбережения предприятий:

а. Имеют автономную котельную на самом предприятии

б. Производят энергию на самом предприятии

в. Получают энергию от централизованной системы энергоснабжения

9. Локальные закрытые системы энергоснабжения предприятий:

а. Получают энергию за счет использования отходов производства самого предприятия

б. Получают энергию от специализированных предприятий

в. Получают энергию за счет использования привозного сырья

10. Проварка древесины, это её обработка:

а. Горячей водой в бассейнах

б. Горячим насыщенным паром

в. Горячим воздухом, топочными газами

11. Пропарка древесины, это её обработка:

а. Горячей водой в бассейнах

б. Горячим воздухом, топочными газами

в. Горячим насыщенным водяным паром

12. Вакуумная сушка имеет основное достоинство:

а. Снижается температура сушильного агента, повышается эффективность работы камеры

б. Хорошее качество сушки

в. Снижается длительность процесса сушки

13. Расчет возможной величины тепловой энергии за счет использования собственного топлива выполняется для:

а. Определения соответствия потребностей предприятия в тепле наличию ресурсов топлива

б. Уточнения способов тепловой обработки

в. Выбора типа теплоносителя

14. Теплоемкость древесины это:

а. Характеристика теплового расширения

б. Характеристика способности аккумулировать тепло

в. Характеристика скорости изменения температуры древесины

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

*Пороговый уровень*

1. Какие виды энергетики существуют в настоящее время?
2. Назовите энергоносители традиционной энергетики.
3. Какие виды возобновляемых источников энергии существуют?
4. Перечислите основные физико-химические характеристики древесины.
5. Дайте определение дров, топливной щепы, опилок и стружек.
6. Назовите основные виды топочных процессов при сжигании древесного топлива.
7. Перечислите твердые виды древесного топлива с улучшенными свойствами.
8. Назовите оборудование, в котором происходит изготовление древесного угля.
9. Перечислите жидкие виды топлива из древесины.
10. Какие существуют методы получения жидких видов топлива из древесины?

*Продвинутый уровень*

1. В чем заключаются отличия традиционной энергетики и возобновляемых источников энергии?
2. Опишите основные физико-химические характеристики древесины.
3. Охарактеризуйте основные отличия дров от топливной щепы.
4. Перечислите особенности каждого из видов топочных процессов при сжигании древесного топлива.
5. Приведите классификацию древесного топлива с улучшенными характеристиками.
6. Опишите технологию изготовления топливных брикетов.
7. Перечислите отличительные признаки технологий изготовления топливных брикетов и пеллетов.

8. Приведите классификацию древесного угля по сортам.
9. Приведите классификацию древесного угля по назначению.
10. От чего зависит сорт древесного угля?

*Высокий уровень*

1. Проанализируйте возможности использования альтернативных источников энергии в России.
2. Выполните анализ ситуации с ценами на энергоносители в настоящее время.
3. Выявите и опишите основные характеристики древесины с точки зрения получения из нее энергии.
4. Поставьте эксперимент по определению зольности древесины.
5. Приведите примеры прямого использования древесины в качестве топлива.
6. Проанализируйте основные виды топочных процессов и определите, который из них будет происходить при сжигании...
7. Предложите варианты систем машин при производстве...
8. Сравните два вида готовой продукции из древесных отходов с точки зрения энергоемкости производства.
9. Сравните два вида готовой продукции из древесных отходов с экономической точки зрения.
10. Оцените качество (сорт) древесного угля в зависимости от породы древесины и режима обработки.
11. Сравните и выявите специфические особенности производства биобензина и биодизеля.