

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»

**Институт инженерных систем и энергетики**  
Кафедра электроснабжения сельского хозяйства

**СОГЛАСОВАНО:**  
Директор института  
Н.В. Кузьмин  
«29» марта 2024 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Ректор Красноярского ГАУ  
Пыжикова Н.И.  
«29» марта 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Гидроветроэнергоустановки ФГОС ВО**

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 2

Семестры 3, 4

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника «Магистр»

Срок освоения ОПОП: 2 года 5 месяцев

Красноярск 2024



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ  
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.  
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

Составитель: к.т.н., доцент Бастрон А.В. «29» февраля 2024 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г № 340н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г., регистрационный № 32609), образовательного стандарта № 709 от 26.07.2017 г

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения сельского хозяйства протокол № 6 от «29» февраля 2024 г.

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Бастрон А.В. «29» февраля 2024 г.

## **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 6 «29» февраля 2024 г.

Председатель методической комиссии к.т.н., доцент Доржеев А.А.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, к.т.н., доцент Бастрон А.В. «29» февраля 2024 г.

## Оглавление

Аннотация	5
<b>1</b> Место дисциплины в структуре образовательной программы	<b>6</b>
Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов	<b>6</b>
<b>2</b> обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
<b>3</b> Организационно-методические данные дисциплины	<b>9</b>
<b>4</b> Структура и содержание дисциплины	<b>9</b>
4.1 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины	<b>9</b>
4.2 Содержание модулей дисциплины	<b>11</b>
4.3 Содержание лекционного курса	<b>15</b>
4.4 Лабораторные/практические/семинарские занятия	<b>17</b>
4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний	<b>19</b>
4.5.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	<b>20</b>
4.5.2 Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/ учебно-исследовательские работы	<b>23</b>
<b>5</b> Взаимосвязь видов учебных занятий	<b>24</b>
<b>6</b> Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<b>24</b>
6.1 Карта обеспеченности литературой	<b>24</b>
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)	<b>29</b>
6.3 Программное обеспечение	<b>30</b>
<b>7</b> Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций	<b>30</b>
<b>8</b> Материально-техническое обеспечение дисциплины	<b>33</b>
<b>9</b> Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	<b>33</b>
9.1 Методические указания по дисциплине для обучающихся	<b>33</b>
9.2 Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	<b>35</b>

## **Аннотация**

Дисциплина «Гидроветроэнергоустановки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (дисциплина вариативной части Б.1.В.03) подготовки студентов по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электротехнологии в АПК». Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-3 Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

ПК-4. Способен и готов организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теории и методов расчета гидроветроэнергетических установок, используемых для производства электрической и тепловой энергии; математическим моделированием процессов в энергетических установках, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ), такие как, ветер и энергия малых рек; разработкой и оптимизацией конструкций энергетических установок для сельскохозяйственного производства и быта, использующих энергию ветра и энергию малых рек.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости – в форме защиты отчетов по лабораторным работам, тестов; рубежный контроль – в виде защиты курсовой работы и промежуточный контроль в форме экзамена в 4-м семестре.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет пять зачетных единиц (180 час.). Программой дисциплины предусмотрены лекционные (14 час.), лабораторные занятия (10 час.), практические занятия (8 час.), самостоятельная работа студента (139 час.).

## **1. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидроветроэнергоустановки» являются «Основы возобновляемых источников энергии», «Теоретические основы электротехники», «Электронная техника», «Электрические машины», «Гидравлика», «Электроснабжение», «Основы проектной деятельности», «Оценка эффективности инвестиционных проектов».

Дисциплина «Гидроветроэнергоустановки» является основополагающей для изучения дисциплины «Эксплуатация энергетических установок», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является углубленное изучение отдельных вопросов энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии ветра и энергии малых рек, позволяющих обеспечить эффективное решение задач снижения энергозатрат путем замены традиционного энергетического оборудования на энергетическое оборудование, использующее ВИЭ.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

## **2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Целью преподавания дисциплины является формирование у будущих магистров теоретических знаний и практических навыков, необходимых для разработки новых методов и технических средств энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии ветра и энергии малых рек.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов современным научным принципам использования ВИЭ в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей;

- показать студентам технический и экономический потенциал ресурсов ВИЭ, в том числе, гидроветроэнергетических ресурсов, для энергообеспечения нужд сельского хозяйства Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований;

современными методами расчета параметров и режимов работы систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии ветра и энергии малых рек;

- на основе системного подхода научить студентов проектировать рациональные автономные или комбинированные системы электроснабжения с использованием гидроветроустановок для обеспечения нужд сельского хо-

зьяйства с учетом особенностей потребителей электрической энергии и географического места их расположения;

- научить их выполнять технико-экономическую оценку эффективности новых технических решений по использованию гидроветроэнергоустановок в сельском хозяйстве.

- научить их давать оценку социально-экономическим последствиям развития сельской энергетики с использованием гидроветроэнергетических установок в разрезе муниципальных образований Красноярского края, республик Хакасия и Тыва.

Таблица 1

**Перечень планируемых результатов по дисциплине**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ПК-3. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ПК-3.1 - Проводит инженерные расчеты для проектирования оборудования и их рабочие органы, приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции                      ПК-3.2 - – Использует принципы построения технического задания, нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации                      ПК-3.3 - Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами</p>	<p>Знать:                      - технический и экономический потенциал ресурсов ВИЭ, в том числе, гидроветроэнергетических ресурсов, для энергообеспечения нужд сельского хозяйства Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований;                      - социально-экономические последствия развития сельской энергетики с использованием гидроветроэнергетических установок в разрезе муниципальных образований Красноярского края, республик Хакасия и Тыва</p> <p>Уметь:                      - проводить технико-экономическое обоснование рационального варианта электрообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ;                      - выполнять технико-экономическую оценку эффективности новых технических решений по использованию гидроветроэнергоустановок в сельском хозяйстве</p> <p>Владеть:                      - методами оценки эколого-экономической эффективности энергетических технологий с использованием ВИЭ</p>

<p>ПК-4. Способен и готов организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК.</p>	<p>ПК-4.1 – Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, ведет поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК</p> <p>ПК-4.2 – Проводит исследования, организывает самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</p> <p>ПК-4.3 – Проводит самостоятельную обработку результатов, используя современные методы исследований</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы получения энергии с помощью гидроветроэнергоустановок;</li> <li>- теорию и методы расчета гидроветроэнергоустановок, используемых для производства электрической и тепловой энергии, выполнения механической работы</li> </ul>
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе системного подхода проектировать рациональные автономные или комбинированные системы электроснабжения с использованием гидроветроустановок для обеспечения нужд сельского хозяйства с учетом особенностей потребителей электрической энергии и географического места их расположения;</li> <li>- ставить и решать задачи математического (компьютерного) моделирования систем электроснабжения сельского хозяйства с использованием гидроветроэнергоустановок с учетом прогнозируемого технического и экономического потенциала ресурсов гидро- и ветроэнергетики муниципального образования, для которого проектируется система электроснабжения;</li> <li>- ставить и решать вопросы проектирования систем электроснабжения с комплексным использованием установок на основе ВИЭ при их рациональном сочетании с традиционными источниками энергии</li> </ul>
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами расчета параметров и режимов работы систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии ветра и энергии малых рек;</li> <li>- навыками проектирования рациональных систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии ветра и энергии малых рек</li> </ul>

### 3. Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№3	№4
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>5,0</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>0,85</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
в том числе:				
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		14	6/2	8/2
Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме			8/4	
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме				10/4
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>3,9</b>	<b>139</b>	<b>58</b>	<b>81</b>
в том числе:				
курсовая работа		48		48
самостоятельное изучение тем и разделов		37	24	13
самоподготовка к текущему контролю знаний		54	34	20
др. виды				
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	<b>0,25</b>	<b>9</b>		<b>9</b>
<b>Вид контроля:</b>				экзамен

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

#### Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ, ПЗ	
<b>Модуль 1. Введение</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>2</b>
<i>Модульная единица 1.1.</i> Источники энергии: невозобновляемые (уголь, газ, нефть и т.д.), возобновляемые (гидроэнергия, ветроэнергия и т.д.), вторичные (тепловая энергия сточных вод, вытяжного воздуха и т.д.)		1		2
<b>Модуль 2. Гидроэнергетические установки</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>25</b>

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудитор- ная работа (СРС)
		Л	ЛЗ, ПЗ	
<i>Модульная единица 2.1.</i> Использование водной энергии на гидро- станциях малой мощности				6
<i>Модульная единица 2.2.</i> Основные параметры и схемы гидро- электростанций малой мощности		2	6	5
<i>Модульная единица 2.3.</i> Основное оборудование ГЭС малой мощности		2		2
<i>Модульная единица 2.4.</i> Сооружения ГЭС малой мощности		1		2
<i>Модульная единица 2.5.</i> Технико-экономическое сравнение ГЭС и ЛЭП для электроснабжения объектов			2	5
<i>Модульная единица 2.6.</i> Современные тенденции в проектиро- вании ГЭС малой мощности				5
<b>Модуль 4. Перспективы и возможно- сти использования гидроветроэнерге- тических установок в сельском хо- зяйстве Красноярского края, респуб- лик Хакасия и Тыва</b>	<b>7</b>			<b>7</b>
<i>Модульная единица 4.1.</i> Перспективы использования гидроэнер- гетических установок в сельском хозяй- стве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципаль- ных образований				3
<i>Модульная единица 4.2.</i> Перспективы использования ветроэнер- гетических установок в сельском хозяй- стве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципаль- ных образований				4
<b>Модуль 5. Экологические основы ис- пользования ВИЭ</b>	<b>12</b>			<b>12</b>
<i>Модульная единица 5.1.</i> Критерии эколого-экономической эф- фективности энергетических техноло- гий				4
<i>Модульная единица 5.2.</i> Влияние малых ГЭС на экологию				4
<i>Модульная единица 5.3.</i> Экологические проблемы, связанные с ветроэнергетикой				4
<b>Модуль 6. Моделирование режимов работы автономных систем электро- снабжения с использованием гидро- ветроустановок</b>	<b>12</b>			<b>12</b>

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудитор- ная работа (СРС)
		Л	ЛЗ, ПЗ	
<i>Модульная единица 6.1.</i> Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием микроГЭС				8
<i>Модульная единица 6.2.</i> Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием ветроэнергетических установок				4
<b>Всего за 3-й семестр</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>58</b>
<b>Модуль 3. Ветроэнергетические установки</b>	<b>51</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>33</b>
<i>Модульная единица 3.1.</i> Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр		1	4	3,5
<i>Модульная единица 3.2.</i> Основы теории использования энергии ветра		1		2
<i>Модульная единица 3.3.</i> Основные виды и элементы ветроэнергетических установок		2	4	5
<i>Модульная единица 3.4.</i> Режимы работы и мощность ветроэлектрической установки		2	2	3,5
<i>Модульная единица 3.5.</i> Методика выбора ветроэнергетических установок для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей		2		2
<i>Модульная единица 3.6.</i> Технико-экономическое сравнение автономных ветроэнергетических и дизельных систем энергообеспечения				8
<i>Модульная единица 3.7.</i> Современные тенденции в проектировании ветроэлектростанций				9
Курсовая работа	<b>48</b>			<b>48</b>
<i>Подготовка и сдача экзамена</i>	<b>9</b>			
<b>Всего за 4-й семестр</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>81</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>139</b>

## 4.2. Содержание модулей дисциплины

### Модуль 1. Введение

#### Модульная единица 1.1.

Источники энергии: невозобновляемые (уголь, газ, нефть и т.д.), возобновляемые (гидроэнергия, ветроэнергия и т.д.), вторичные (тепловая энергия

сточных вод, вытяжного воздуха и т.д.). Преимущества и недостатки различных источников энергии. Потенциальные, технические и экономические возможности использования гидро- ветроэнергетики для энергообеспечения сельскохозяйственного производства и быта.

## **Модуль 2. Гидроэнергетические установки**

### ***Модульная единица 2.1.***

История развития малой гидроэнергетики. Классификация гидроэлектростанций малой мощности. Потенциал малой гидроэнергетики. Современные тенденции и перспективы развития малой гидроэнергетики.

Использование водной энергии на гидростанциях малой мощности.

### ***Модульная единица 2.2.***

Основные параметры и схемы гидроэлектростанций малой мощности. Мощность и выработка энергии. Схемы ГЭС. Режимы работы малых ГЭС. Определение основных параметров малых ГЭС. МикроГЭС. Экономическая эффективность микроГЭС и ГЭС малой мощности.

### ***Модульная единица 2.3.***

Основное оборудование ГЭС малой мощности. Типы гидротурбин. Характеристики гидротурбин. Осевые гидротурбины. Радиально-осевые гидротурбины. Гидротурбины двукратного действия. Ковшовые гидротурбины. Турбинно-генераторные блоки микроГЭС. Использование насосов в качестве гидротурбин. Выбор гидротурбин и определение их параметров. Гидрогенераторы.

### ***Модульная единица 2.4.***

Сооружения ГЭС малой мощности. Сооружения деривации. Турбинные водоводы. Здания ГЭС: русловые здания ГЭС. Здания приплотинных и деривационных ГЭС.

### ***Модульная единица 2.5.***

Технико-экономическое сравнение ГЭС и ЛЭП для электроснабжения объектов. Расчет себестоимости 1 кВт.ч электроэнергии от ГЭС. Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат на строительство ЛЭП. Экономическое обоснование выбора источника электроснабжения.

### ***Модульная единица 2.6.***

Современные тенденции в проектировании ГЭС малой мощности. Современные тенденции в проектировании ГЭС малой мощности.

Общие положения. Основное оборудование. Сооружения малых ГЭС. Технико-экономические параметры

## **Модуль 3. Ветроэнергетические установки**

### ***Модульная единица 3.1.***

Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр. Мгновенная и действительная скорость ветра. Флюгер Фильда. Анемометр. Коэффициент вариации. Приведение скорости ветра к искомой высоте при известной скорости на высоте флюгера. Среднесуточная, среднемесячная и среднегодовая скорости ветра. Повторяемость скоростей ветра.

### ***Модульная единица 3.2.***

Основы теории использования энергии ветра. Кинетическая энергия воздушного потока. Мощность, развиваемая ветроколесом. Коэффициент использования энергии ветра. Аэродинамические характеристики ветроагрегатов. Быстроходность ветроколеса. Принцип работы ветроколеса.

### ***Модульная единица 3.3.***

Основные виды и элементы ветроэнергетических установок. Классификация ветроустановок. Конструкция ветроустановок. Регулирование частоты вращения ветроколеса. Ветромеханические установки. Преобразование энергии ветра в тепловую энергию. Производство электроэнергии ветроэлектрическими установками. Способы и устройства аккумулирования энергии ветра.

### ***Модульная единица 3.4.***

Режимы работы и мощность ветроэлектрической установки. Мощность ветроэнергетической установки. Зависимость мощности ветроустановки от скорости ветра. Зависимость мощности ветроустановки от диаметра ветроколеса.

### ***Модульная единица 3.5.***

Методика выбора ветроэнергетических установок для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей. Расчетная мощность ветроагрегата. Возможное количество вырабатываемой энергии в зависимости от ресурса энергии ветра и режима работы ВЭУ. Вырабатываемая энергия ВЭУ за сезон или год.

### ***Модульная единица 3.6.***

Технико-экономическое сравнение автономных ветроэнергетических и дизельных систем энергообеспечения. Расчет себестоимости 1 кВт.ч электроэнергии от ветроэнергетических установок. Расчет себестоимости 1 кВт.ч электроэнергии от дизельных установок.

### ***Модульная единица 3.7.***

Современные тенденции в проектировании ветроэлектростанций. Общие положения. Проектирование ветроэлектростанций. Перспективные ВЭС России. Технико-экономические показатели некоторых ВЭС.

**Модуль 4. Перспективы и возможности использования гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва**

### ***Модульная единица 4.1.***

Перспективы использования гидроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований. Гидрограф малых рек Красноярского края. Эффективность применения разных типов гидроэнергетических установок в различных районах Красноярского края, республиках Хакасия и Тыва.

### ***Модульная единица 4.2.***

Перспективы использования ветроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований. Расчет повторяемости скоростей ветра по ветро-

вым зонам для условий Красноярского края, республик Хакасия и Тыва. Эффективность применения разных типов ветроэнергетических установок в различных районах Красноярского края, республиках Хакасия и Тыва.

## **Модуль 5. Экологические основы использования ВИЭ**

### ***Модульная единица 5.1.***

Критерии эколого-экономической эффективности энергетических технологий Определение параметров «экологичность», «экономичность», «эффективность».

### ***Модульная единица 5.2.***

Влияние малых ГЭС на экологию. Строительство малых ГЭС. Отрицательное воздействие на экологию: изменение ландшафта; изменение поверхностного и подземного стоков; увеличение неравномерности внутригодового распределения стока малых рек; изменение гидрохимического режима рек; загрязнение рек; процессы абразии (обрушения) берегов при формировании водохранилища и изменении уровня верхнего бьефа. Положительное воздействие на экологию: чистка от заиливания стоков рек; аэрация потока воды

### ***Модульная единица 5.3.***

Экологические проблемы, связанные с ветроэнергетикой. Общее представление. Влияние ВЭУ на фауну. Акустический шум. ВЭУ и загрязнение атмосферы. Использование земельных площадей. Психосоциальные вопросы ветроэнергетики. Нормы и технические условия на строительство ВЭУ

## **Модуль 6. Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием гидроветроустановок**

### ***Модульная единица 6.1.***

Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием микроГЭС. Создание и описание имитационной модели автономной системы электроснабжения в MATLAB-Simulink. Модели электрических машин в Sim-PowerSystems. Моделирование гидротурбины автономной микроГЭС

### ***Модульная единица 6.2.***

Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием ветроэнергетических установок. Создание и описание имитационной модели автономной системы электроснабжения сельских жилых домов с использованием ВЭУ в MATLAB-Simulink.

### 4.3. Лекционные занятия

Таблица 4

#### Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. Введение</b>		Тестирование	<b>1</b>
	<i>Модульная единица 1.1</i> Источники энергии	Лекция № 1. Источники энергии: невозобновляемые (уголь, газ, нефть и т.д.), возобновляемые (гидроэнергия, ветроэнергия и т.д.), вторичные (тепловая энергия сточных вод, вытяжного воздуха и т.д.). Преимущества и недостатки различных источников энергии. Потенциальные, технические и экономические возможности использования гидро- ветроэнергетики для энергообеспечения сельскохозяйственного производства и быта.	Экзамен	1
2.	<b>Модуль 2. Гидроэнергетические установки</b>		Тестирование	<b>5</b>
	<i>Модульная единица 2.2.</i> Основные параметры и схемы гидроэлектростанций малой мощности и микроГЭС	Лекция № 2. Мощность и выработка энергии. Схемы ГЭС. Режимы работы малых ГЭС. Определение основных параметров малых ГЭС. МикроГЭС. Экономическая эффективность микроГЭС и ГЭС малой мощности. <u>Интерактивное занятие:</u> видео по конструкциям микроГЭС.	Экзамен	2
	<i>Модульная единица 2.3.</i> Основное оборудование ГЭС малой мощности и микроГЭС	Лекция №3. Типы гидротурбин. Характеристики гидротурбин. Осевые гидротурбины. Радиально-осевые гидротурбины. Гидротурбины двукратного действия. Ковшовые гидротурбины. Турбинно-генераторные блоки микроГЭС. Использование насосов в качестве гидротурбин. Выбор гидротурбин и определение их параметров. Гидрогенераторы.	Экзамен	2

<sup>1</sup> Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Модульная единица 2.4.</b> Сооружения ГЭС малой мощности	Лекция №4. Сооружения деривации. Турбинные водоводы. Здания ГЭС: русловые здания ГЭС. Здания приплотинных и деривационных ГЭС.	Экзамен	1
<b>3.</b>	<b>Модуль 3. Ветроэнергетические установки.</b>		Тестирование	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 3.1.</b> Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр	Лекция №5. Мгновенная и действительная скорость ветра. Флюгер Фильда. Анемометр. Коэффициент вариации. Приведение скорости ветра к истинной высоте при известной скорости на высоте флюгера. Среднесуточная, среднемесячная и среднегодовая скорости ветра. Повторяемость скоростей ветра.	Экзамен	1
	<b>Модульная единица 3.2.</b> Основы теории использования энергии ветра	Лекция №6. Кинетическая энергия воздушного потока. Мощность, развиваемая ветроколесом. Коэффициент использования энергии ветра. Аэродинамические характеристики ветроагрегатов. Быстроходность ветроколеса. Принцип работы ветроколеса.	Экзамен	1
	<b>Модульная единица 3.3.</b> Основные виды и элементы ветроэнергетических установок	Лекция №7. Классификация ветроустановок. Конструкция ветроустановок. Регулирование частоты вращения ветроколеса. Ветро-механические установки. Преобразование энергии ветра в тепловую энергию. Производство электроэнергии ветро-электрическими установками. Способы и устройства аккумуляции энергии ветра. <u>Интерактивное занятие:</u> Видео по конструкциям ветроколес ВЭУ.	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 3.4.</b> Режимы работы и мощность ветроэлектрической установки	Лекция №8. Мощность ветроэнергетической установки. Зависимость мощности ветроустановки от скорости ветра. Зависимость мощности ветроустановки от диаметра ветроколеса.	Экзамен	2

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Модульная единица 3.5.</b> Методика выбора ветроэнергетических установок для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей	Лекция №9. Расчетная мощность ветроагрегата. Возможное количество вырабатываемой энергии в зависимости от ресурса энергии ветра и режима работы ВЭУ. Вырабатываемая энергия ВЭУ за сезон или год.	Экзамен	2

#### 4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 5

##### Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Модуль 2. Гидроэнергетические установки</b>			<b>Тестирование</b>	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 2.2.</b> Основные параметры и схемы гидроэлектростанций малой мощности и микроГЭС	Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных и правила поведения студентов при нахождении в учебной аудитории. Работа №6. Энергообеспечение электроприемников сельскохозяйственного производства и быта от автономной микроГЭС. <u>Интерактивное занятие:</u> изучение конструкций микроГЭС на сайте ООО «ИНСЭТ». Видео работы разных типов микроГЭС.	Защита отчета.	4
		Работа №7. Гирляндная ГЭС.	Защита отчета.	2
	<b>Модульная единица 2.5.</b> Техничко-экономическое сравнение малых ГЭС, микроГЭС и ЛЭП для электроснабжения объектов	Работа №10. Техничко-экономическое сравнение ГЭС и ЛЭП для электроснабжения объектов. <u>Интерактивное занятие:</u> Мастер-класс по расчету себестоимости электроэнергии от ГЭС (микроГЭС) с учетом данных с сайтов заводов-изготовителей и транспортных компаний.	Защита отчета.	2

<sup>2</sup> Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Модуль 3. Ветроэнергетические установки</b>			<b>Тестирование</b>	<b>10</b>
	<i>Модульная единица</i> <b>3.1.</b> Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр	Работа №3. Исследование режимов работы ветроэлектрических установок с учетом вероятности распределения скоростей ветра по градациям. <u>Интерактивное занятие:</u> Примеры расчета в электронных таблицах режимов работы ВЭУ и выработки энергии от разных типов ВЭУ для метеостанций Красноярского края, республик Хакасия и Тыва.	Защита отчета.	4
	<i>Модульная единица</i> <b>3.3.</b> Основные виды и элементы ветроэнергетических установок	Работа №1. Изучение ветроэлектрического агрегата АВЭУ 6-4М.	Защита отчета.	2
		Работа №2. Изучение и исследование режимов работы блока автоматики БА-4-400Б ветроэлектрического агрегата АВЭУ 6-4М.	Защита отчета.	2
	<i>Модульная единица</i> <b>3.4.</b> Режимы работы и мощность ветроэлектрической установки	Работа №4. Ветроэнергетический комплекс ВП-3,72.	Защита отчета.	2

#### **4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний**

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Гидроветро-энергоустановки» организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины.

Самостоятельная работа по дисциплине «Гидроветроэнергетические установки» имеет следующие формы организации:

- организация и использование электронного учебного курса дисциплины, размещенного на платформе LMS Moodle для СРС;
- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка отчетов по лабораторным занятиям;
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- выполнение курсовой работы;
- самотестирование по тестам.

Работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях, самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины и подготовка к лабораторным занятиям осуществляется с использованием электронного учебного курса «Гидроветроэнергоустановки» размещенного на платформе LMS Moodle (URL: <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=5099>).

Самостоятельная подготовка к защите материала лабораторных занятий может осуществляться путем использования как описания работ, приведенных в указанной ЭУК «Гидроветроэнергоустановки» на платформе MOODLE, так и учебного пособия [Практикум по применению гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. И доп. / А.В. Бастрон, Н.В. коровайкин, Л.П. Костюченко [и др.]; под общ. Ред. А.В. Бастроны; Краснояр. Гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2014. – 208 с.; URL: [https://elibrary.ru/query\\_results.asp](https://elibrary.ru/query_results.asp)]. В конце каждой работы приведены контрольные вопросы, знание правильных ответов на которые и позволит качественно подготовиться студенту к защите работы. Кроме того, в ЭУК после каждой работы приведены тесты, ответы на которые также позволят обучающемуся самостоятельно оценить его степень усвоения материала.

При выполнении курсовой работы следует руководствоваться методическими указаниями [URL: <http://www.kgau.ru/new/student/do/content/501.pdf>].

#### 4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 6

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Модуль 1. Введение</b>			<b>2</b>
1	<i>Модульная единица 1.1.</i> Источники энергии	Подготовка к тестированию	2
<b>Модуль 2. Гидроэнергетические установки</b>			<b>25</b>
2	<i>Модульная единица 2.1</i> Использование водной энергии на гидростанциях малой мощности	Изучение раздела «История развития малой гидроэнергетики. Классификация гидроэлектростанций малой мощности. Потенциал малой гидроэнергетики. Современные тенденции и перспективы развития малой гидроэнергетики».	4
		Подготовка к тестированию	2
3	<i>Модульная единица 2.2.</i> Основные параметры и схемы гидроэлектростанций малой мощности и микроГЭС	Подготовка отчетов по лабораторным работам 6, 7 (1,5 часа на одну работу).	3
		Подготовка к тестированию	2
4	<i>Модульная единица 2.3.</i> Основное оборудование ГЭС малой мощности и микроГЭС	Подготовка к тестированию	2
5	<i>Модульная единица 2.4.</i> Сооружения ГЭС малой мощности	Подготовка к тестированию	2
6	<i>Модульная единица 2.5.</i> Технико-экономическое сравнение малых ГЭС, микроГЭС и ЛЭП для электроснабжения объектов	Изучение раздела «Расчет себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии от ГЭС. Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат на строительство ЛЭП. Экономическое обоснование выбора источника электроснабжения».	1,5
		Подготовка отчета по лабораторной работе 10.	1,5
		Подготовка к тестированию	2
7	<i>Модульная единица 2.6.</i> Современные тенденции в проектировании ГЭС малой мощности	Изучение раздела «Современные тенденции в проектировании ГЭС малой мощности. Общие положения. Основное оборудование. Сооружения малых ГЭС. Технико-экономические параметры».	3
		Подготовка к тестированию	2
<b>Модуль 3. Ветроэнергетические установки</b>			<b>33</b>
8	<i>Модульная единица</i>	Подготовка отчета по лабораторной работе 3.	1,5

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	<i>ца 3.1.</i> Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр	Подготовка к тестированию	2
9	<i>Модульная единица 3.2.</i> Основы теории использования энергии ветра	Подготовка к тестированию	2
10	<i>Модульная единица 3.3.</i> Основные виды и элементы ветроэнергетических установок	Подготовка отчетов по лабораторным работам 1, 2 (1,5 часа на одну работу).	3
		Подготовка к тестированию	2
11	<i>Модульная единица 3.4.</i> Режимы работы и мощность ветроэлектрической установки	Подготовка отчета по лабораторной работе 4.	1,5
		Подготовка к тестированию	2
12	<i>Модульная единица 3.5.</i> Методика выбора ветроэнергетических установок для энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей	Подготовка к тестированию	2
13	<i>Модульная единица 3.6.</i> Технико-экономическое сравнение автономных ветроэнергетических и дизельных систем энергообеспечения	Изучение раздела «Расчет себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной ветроэнергетическими установками. Расчет себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной дизельными электрическими станциями». Подготовка к тестированию	8
14	<i>Модульная единица 3.7.</i> Современные тенденции в проектировании ветроэлектростанций	Изучение раздела «Общие положения. Проектирование ветроэлектростанций. Перспективные ВЭС России. Технико-экономические показатели некоторых ВЭС».	7
		Подготовка к тестированию	2
<b>Модуль 4. Модуль 4. Перспективы и возможности использования гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва</b>			<b>7</b>
15	<i>Модульная единица 4.1.</i> Перспективы использования гидроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского	Изучение раздела «Гидрограф малых рек Красноярского края. Эффективность применения разных типов гидроэнергетических установок в различных районах Красноярского края, республиках Хакасия и Тыва». Подготовка к тестированию	3

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований		
16	<b>Модульная единица 4.2.</b> Перспективы использования ветроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований	Изучение раздела «Расчет повторяемости скоростей ветра по ветровым зонам для условий Красноярского края, республик Хакасия и Тыва. Эффективность применения разных типов ветроэнергетических установок в различных районах Красноярского края, республиках Хакасия и Тыва».	2
		Подготовка к тестированию	2
<b>Модуль 5. Экологические основы использования ВИЭ</b>			<b>12</b>
17	<b>Модульная единица 5.1.</b> Критерии эколого-экономической эффективности энергетических технологий	Изучение раздела «Критерии эколого-экономической эффективности энергетических технологий. Определение параметров «экологичность», «экономичность», «эффективность»».	2
		Подготовка к тестированию	2
18	<b>Модульная единица 5.2.</b> Влияние малых ГЭС на экологию	Изучение раздела «Строительство малых ГЭС. Отрицательное воздействие на экологию: изменение ландшафта; изменение поверхностного и подземного стоков; увеличение неравномерности внутригодового распределения стока малых рек; изменение гидрохимического режима рек; загрязнение рек; процессы абразии (обрушения) берегов при формировании водохранилища и изменении уровня верхнего бьефа. Положительное воздействие на экологию: чистка от заиливания стоков рек; аэрация потока воды».	4
		Подготовка к тестированию	
19	<b>Модульная единица 5.3.</b> Экологические проблемы, связанные с ветроэнергетикой.	Изучение раздела «Общее представление. Влияние ВЭУ на фауну. Акустический шум. ВЭУ и загрязнение атмосферы. Использование земельных площадей. Психосоциальные вопросы ветроэнергетики. Нормы и технические условия на строительство ВЭУ».	2
		Подготовка к тестированию	2
<b>Модуль 6. Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием гидроветроустановок</b>			<b>12</b>
20	<b>Модульная единица 6.1.</b> Моделирование режимов работы автономных систем электро-	Изучение раздела «Создание и описание имитационной модели автономной системы электроснабжения в MATLAB-Simulink. Модели электрических машин в SimPowerSystems. Моделирование гидротурбины автономной микроГЭС».	2

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	снабжения с использованием микроГЭС	Подготовка к тестированию	2
21		Изучение раздела «Создание и описание имитационной модели автономной системы электроснабжения сельских жилых домов с использованием микроГЭС в MATLAB-Simulink».	2
		Подготовка к тестированию	2
22	<b>Модульная единица 6.2.</b> Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием ветроэнергетических установок	Изучение раздела «Создание и описание имитационной модели автономной системы электроснабжения сельских жилых домов с использованием ВЭУ в MATLAB-Simulink».	2
		Подготовка к тестированию	2
	<b>Итого</b>		<b>91</b>
	<b>Курсовая работа</b>		<b>48</b>
	<b>Всего</b>		<b>139</b>

#### 4.5.2. Курсовые работы

Таблица 7

№ п/п	Темы курсовых работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
1	Энергообеспечение сельскохозяйственных потребителей с использованием ветроэнергетических установок	1 - 6
2	Энергообеспечение сельскохозяйственных потребителей с использованием микроГЭС	1 - 6

Варианты заданий курсовой работы (КР) содержат исходные данные с привязкой к сельским населенным пунктам Красноярского края. При выполнении КР рекомендуется использовать результаты научных исследований, проведенных кафедрой «Электроснабжение сельского хозяйства» Красноярского государственного аграрного университета и кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» Политехнического института Сибирского федерального университета по оценке ветроэнергетических ресурсов Красноярского края в разрезе муниципальных образований и методические рекомендации по их рациональному использованию, что повышает практическую значимость выполняемой обучающимися КР.

Подробное описание содержания КР и этапов ее выполнения приведено в [Бастрон, А.В. Гидроветроэнергетические установки: метод. указания к

выполнению курсовой работы / А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд. – Красноярск, 2019. – 42 с. URL: <http://www.kgau.ru/new/student/do/content/501.pdf>].

## 5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Таблица 8

### Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ЛПЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
ПК-3. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	1 - 8	1-4, 6, 7, 10	1 - 16		Защита практических и лабораторных работ. Тесты. Защита КР. Экзамен.
ПК-4. Способен и готов организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК			17 - 22		Тесты. Экзамен.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Карта обеспеченности литературой (Таблица 9)

Таблица 9

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ**

Кафедра электроснабжения сельского хозяйства Направление подготовки (специальность) 35.04.06 «Агроинженерия»

Дисциплина «Гидроветроэнергоустановки»

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лекции, СРС	Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве: учеб. пособие	Шеръязов С.К., Пташкина-Гирина О.С.	Челябинск: ЧГАА	2013	+	+	+	+	13	25
Лекции, СРС	Возобновляемые источники энергии Учебник	Удалов С. Н.	Новосибирск: НГТУ	2009	+		+		13	49
Лекции, СРС	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие	Меновщиков Ю.А., Куликова Л.В.	Новосибирск: Новосибирский гос. аграр. ун-т; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова	2007	+	+	+	+	13	26
Лекции, СРС, лабораторные занятия	Практикум по применению гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве	Бастрон А.В., Михеева Н.Б., Чебодаев А.В.	Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т	2014	+	+		15	13	40

Зав. библиотекой



## 6.2. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1 Перечень электронно-библиотечных систем

1. Ирбис 64+. Электронная библиотека. [http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r\\_plus/cgiirbis\\_64\\_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS\\_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5](http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5).

2. ООО «Издательство Лань». Договор №14/44-19. Договор №22-2-19. <https://e.lanbook.com>.

3. ООО «Электронное издательство Юрайт» (ЭБС «Юрайт»). Договор №13/44-19. <https://urait.ru>.

4. Электронно-библиотечная система «Агрилиб» ФГБОУ ВО «РГАЗУ» (ЭБС AgriLib). Договор №ППД 31/17. <http://ebs.rgazu.ru>.

5. Национальная электронная библиотека (ФГБУ «РГБ») Договор №101/НЭБ/2276. <http://нэб.рф>.

6. Электронная библиотека Сибирского федерального университета. <https://bik.sfu-kras.ru>.

7. Научная электронная библиотека - eLIBRARY.RU (свободный доступ). [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

7.1. Бастрон, А.В. Ветроэнергетика Красноярского края / А.В. Бастрон, В.А. Тремясов, Н.В. Цугленок, А.В. Чебодаев. Красноярск, КрасГАУ, 2015. – 252 с. (URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_26524490\\_24666421.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26524490_24666421.pdf)).

7.2. Цугленок, Н.В. Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон. Красноярск, КрасГАУ. 2012. – 360 с. (URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517384>).

### 6.2.2 Перечень профессиональных баз данных

8. AGRIS (международная база данных по сельскому хозяйству) – <http://agris.fao.org/> (свободный доступ).

9. КиберЛенинка (русскоязычные научные журналы) - <http://cyberleninka.ru/> (свободный доступ).

10. Web of Science (международная база данных) – <http://www.webofscience.com>; Русскоязычный сайт компании Clarivate Analytics <https://clarivate.ru>.

11. Scopus (международная база данных) – <https://www.scopus.com>; русскоязычный сайт международного издательства Elsevier [www.elsevierscience.ru](http://www.elsevierscience.ru).

### 6.2.3 Перечень информационно-справочных систем

12. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ / [www.mcsx.ru](http://www.mcsx.ru).

13. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Красноярского края / [www.krasagro.ru](http://www.krasagro.ru).
14. Электроэнергетика и теплоэнергетика, генерация и электросети, предприятия и специалисты энергетике / Информационно-справочное издание // [www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru).
15. Новости электротехники / Информационно-справочное издание // <http://www.news.elteh.ru>.
16. Справочно-правовая система КонсультантПлюс. <http://www.consultant.ru>.
17. Информационно-аналитическая система «СТАТИСТИКА». Статистика Красноярского края. <http://www.ias-stat.ru>.
18. Электронный каталог научной библиотеки КрасГАУ Web ИРБИС. [http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r\\_plus/cgiirbis\\_64\\_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS\\_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5](http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5).
19. Google Академия <https://scholar.google.com/> (свободный доступ).
20. Стандарты (ГОСТ) (Федеральное агентство по техническому регулированию). <http://protect.gost.ru/> (свободный доступ).
21. Малые ГЭС. МиниГЭС. МикроГЭС. <http://inset.ru>.

### **6.3. Программное обеспечение**

1. Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия).
2. Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008).
3. MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License (лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019).
5. Moodle 3.5.6a. Система дистанционного образования (Бесплатно распространяемое ПО).

## **7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций**

*7.1 Текущий контроль* знаний студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах: выполнение лабораторных работ; защита отчетов по лабораторным работам.

*7.2 Рубежный контроль* знаний проводится дискретно в форме защиты курсовой работы.

*7.2 Промежуточная аттестация* знаний по дисциплине – экзамен проводится итоговым тестированием. Для получения оценки необходимо набрать следующее количество баллов: 60-100. Сдача текущих задолженностей

и отработка пропущенных осуществляется в установленные преподавателем сроки с использованием показателей рейтинг-плана.

Оценка знаний, умений, навыков и заявленных компетенций при изучении дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» проводится с использованием модульно-рейтинговой системы контроля знаний по следующей схеме:

### **3-й семестр**

#### **1-й модуль (0...6 баллов)**

##### **Посещение лекций**

Лекция №1 (0...1 балла)

Тестирование по модулю 1 (0...5 баллов)

#### **2-й модуль (0...20 балла)**

##### **Посещение лекций**

Лекция №2 (0...1 балла)

Лекция №3 (0...1 балла)

Лекция №4 (0...1 балла)

##### **Практическое занятие №6, 7, 8, 10**

##### **Практическое занятие №6**

выполнение ПЗ №6 (0...1 балла)

защита ПЗ №6 (0...2 балла)

##### **Практическое занятие №7**

выполнение ПЗ №7 (0...1 балла)

защита ПЗ №7 (0...2 балла)

##### **Практическое занятие №8**

выполнение ПЗ №8 (0...1 балла)

защита ПЗ №8 (0...2 балла)

##### **Практическое занятие №10**

выполнение ПЗ №10 (0...1 балла)

защита ПЗ №10 (0...2 балла)

Тестирование по модулю 2 (0...5 баллов)

#### **4-й модуль (0...5 баллов)**

Тестирование по модулю 4 (0...5 баллов)

#### **5-й модуль (0...5 баллов)**

Тестирование по модулю 5 (0...5 баллов)

#### **6-й модуль (0...5 баллов)**

Тестирование по модулю 6 (0...5 баллов)

### **4-й семестр**

#### **3-й модуль (0...21 баллов)**

##### **Посещение лекций**

Лекция №5 (0...1 балла)

Лекция №6 (0...1 балла)

Лекция №7 (0...1 балла)

Лекция №8 (0...1 балла)

Лабораторные работы №3, 1, 2, 4

Лабораторная работа №3

выполнение ЛР №3 (0...1 балла)

защита ЛР №3 (0...2 балла)

Лабораторная работа №1

выполнение ЛР №1 (0...1 балла)

защита ЛР №1 (0...2 балла)

Лабораторная работа №2

выполнение ЛР №2 (0...1 балла)

защита ЛР №2 (0...2 балла)

Лабораторная работа №4

выполнение ЛР №4 (0...1 балла)

защита ЛР №4 (0...2 балла)

Тестирование по модулю 3 (0...5 баллов)

**Экзамен (0...38 баллов)**

Экзамен по дисциплине проводится в форме итогового тестирования (38 баллов)

Шкала оценки экзамена:

от 60 до 73 – удовлетворительно

от 74 до 86 – хорошо

от 87 до 100 – отлично

Выполнение курсовой работы – 0...100 баллов.

Шкала оценки курсовой работы:

от 60 до 73 – удовлетворительно

от 74 до 86 – хорошо

от 87 до 100 – отлично

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Ауд. 1-31: Лаборатория электрических машин и электроснабжения: Проектор. Универсальный лабораторный стенд «Испытание электрических машин», 3 шт. Лабораторный стенд «Режимы работы нейтралей в электроустановках». Лабораторный стенд «Трансформаторы тока». Лабораторный стенд «Исследование различных схем включения трансформаторов тока для релейной защиты». Лабораторный стенд «Изучение и испытание электромагнитных и индукционных реле». Лабораторный стенд «Максимальные токовые защиты и токовые отсечки на постоянном оперативном токе». Лабораторный стенд «Регулирование напряжения в сельских электрических сетях конденсаторными установками». Лабораторный стенд "Электрические машины и электропривод" (ЭМиЭП-НК). Компьютер Core 2 Duo2\*2200/1Gb/400/256/DVD+RW/19"м - 6 шт. Мультимед. проектор Panasonic PT-D3500E/пульт ДУ/Э.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся**

Теоретическую часть дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» можно изучать как в виде традиционных лекционных занятий, так и дистанционно, используя при этом электронный учебный курс дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» на платформе MOODLE, созданный на кафедре электроснабжения сельского хозяйства.

В ходе лекций широко используются видеоматериалы по конкретным примерам использования ВЭУ, микро-, мини- и малых ГЭС в народном хозяйстве России.

При преподавании дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» рекомендуется использование следующих общеобразовательных и информационных технологий:

1. Объяснительно-иллюстративное обучение (лекция). Обеспечивает социальное взаимодействие, которое востребовано студентами и преподавателем – они имеют возможность напрямую общаться друг с другом; является знакомым и привычным для обучающихся методом.

2. Мультимедийное сопровождение лекционного курса. Изготовление авторских презентаций для каждой лекции. Использование видеоматериалов. Запись авторских лекций на видео для дистанционного обучения.

4. Деловая игра. Деловые игры проводятся на уровне формулирования новой идеи. Деловые игры направлены на преодоление инерции мышления при поиске новых решений, а также на развитие творческого воображения студентов.

5. Компьютерное тестирование. Изучение дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» предполагает тестовый контроль по каждому модулю и результирующее тестирование.

6. Технология модульного обучения. Изучение дисциплины разбивается на модули, что обеспечивает системный подход, при дальнейшем выделении общих закономерностей в разных модулях обеспечивается синергетический подход.

7. Модульно-рейтинговая система мониторинга успеваемости студентов. Дисциплина «Гидроветроэнергоустановки» позволяет ранжировать все традиционные виды учебной деятельности.

Теоретическую часть дисциплины «Гидроветроэнергоустановки» можно изучать в виде традиционных занятий или с использованием дистанционных образовательных технологий, пользуясь ЭУК.

Теоретический материал лекций закрепляется при выполнении лабораторных работ, решением инженерных задач; самостоятельной работой – выполнением курсовой работы, контролем по тестовым заданиям по материалам каждой темы лекций.

Во время чтения лекций можно пользоваться комплектом презентационного материала по всем модулям и темам изучаемой дисциплины, которые имеются в учебно-методическом комплексе дисциплины, способствующим углублению получаемых знаний и навыков, служащих для лучшего усвоения материала лекций. До начала семестра необходимо в бюро расписаний заказать лекционную аудиторию, снабженную экраном и проектором. При подготовке к лекциям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями [раздел 6].

Подготовку к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ студенты проводят параллельно с изучением теоретического курса. Для подготовки к лабораторным работам и их проведению можно пользоваться методическими материалами, указанными в разделе 6. В рамках УМКД по лабораторному практикуму разработано учебное пособие с расширенным представлением теоретического материала.

На лабораторных занятиях студенты изучают конструкции ВЭУ, микро- и малых ГЭС, а также проводят технико-экономическое сравнение себестоимости электроэнергии, произведенной от ВЭУ, микро- и малых ГЭС и ДЭС.

Защита лабораторной работы проводится на следующем занятии после выполнения лабораторной работы. При защите отчета студент обязан проявить компетентностный подход, т.е. показать не только знание материала лабораторной работы, но уметь анализировать полученные результаты. Порядок оформления отчета и контрольные вопросы для защиты лабораторных работ приведены в методических указаниях в конце соответствующей лабораторной работы.

## 9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

1.1. Размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

1.2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

1.3. Выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

2.1. Надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

3.1. Возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушение слуха	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li></ul>
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме увеличенных шрифтом;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла;</li></ul>
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла.</li></ul>

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

**Программу разработали:**

ФИО, ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
(подпись)

ФИО, ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу учебной дисциплины «Гидроветроэнергетические установки», разработанную доцентом кафедры электроснабжения сельского хозяйства, к.т.н. Бастроном А.В.

Рабочая программа дисциплины «Гидроветроэнергетические установки» для подготовки магистров очной формы обучения по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия» (направленность (профиль) «Электрооборудование и электротехнологии в АПК») разработана в соответствии с ФГОС ВО 3-го поколения.

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства. Структуру дисциплины образуют пять модулей: 1. Введение; 2. Гидроэнергетические установки; 3. Ветроэнергетические установки; 4. Перспективы и возможности использования гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве Красноярского края, республик Хакасия и Тыва; 5. Моделирование режимов работы автономных систем электроснабжения с использованием гидроветроустановок.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости – в форме защиты отчетов по лабораторным работам, тестов; рубежный контроль – в виде защиты курсовой работы и промежуточный контроль в форме экзамена в 4-м семестре. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины включает список рекомендованной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсов.

В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями). Указаны компетенции, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, получаемым студентом в ходе изучения дисциплины. Приводится перечень лабораторных работ и заданий для самостоятельной работы студентов по отдельным разделам дисциплины.

Рабочая программа, составленная Бастроном А.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО, учебного плана и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия» дисциплины «Гидроветроэнергетические установки».

Рецензент,

Тимофеев Геннадий Сергеевич  
Начальник службы электрических режимов ЦУС филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Красноярскэнерго», к.т.н.

