

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Оробинский В.И.
« 18 » _____ 2018 г.
факультет



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.Б.12 «Гидравлика» для направления 35.03.06 *Агроинженерия*,
профили: «Технические системы в агробизнесе»; «Электрооборудование и электротехно-
логии в АПК»; «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохо-
зяйственной продукции»; «Технический сервис в агропромышленном комплексе» –
прикладной бакалавриат

квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Факультет: *Агроинженерный.*


Кафедра: *Механизации животноводства и переработки с.х. продукции.*

| Форма обучения | Всего зач.ед./ часов | Курс | Семестр | Лекции | Семинарские занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Курсовая работа (проект), (указать семестр) | Самостоятельная работа | Зачет (указать семестр) | Экзамен (указать семестр/часы) |
|----------------|----------------------|------|---------|--------|---------------------|----------------------|----------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| очная | 4(144) | 3 | 6 | 32 | - | - | 44 | - | 41 | - | 6/27 |
| заочная | 4(144) | 4 | 7 | 8 | - | - | 10 | - | 99 | - | 7/27 |

Преподаватели подготовившие рабочую программу:

к.т.н., доцент Яровой М.Н. _____

к.т.н., ст. преподаватель Дружинин Р.А. _____



Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 года № 1172 и зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 12 ноября 2015 г, регистрационный № 39687.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры механизации животноводства и переработки с.х. продукции (протокол №010104-03 от 16.11.2015 г.)

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент _____ Яровой М.Н.



Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 010100-03 от 18.11.2015 г.).

Председатель методической комиссии _____ О.М. Костиков



1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Дисциплина установлена по решению совета Вуза и соответствует всем требованиям предъявляемым федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования РФ к подготовке обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профили: Технические системы в агробизнесе; Электрооборудование и электротехнологии в АПК; Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; Технический сервис в агропромышленном комплексе.

Гидравлика (механика жидкости и газа) - наука, изучающая законы равновесия и движения жидких и газообразных тел и применение этих законов для решения технических задач. Дисциплина базируется на соответствующих знаниях обучающимися математики, физики, теоретической механики, начертательной геометрии, деталей машин, сопротивления материалов.

Цель изучения дисциплины - получение теоретических знаний и практических навыков в области гидравлики и гидравлических машин и овладение инженерными методами решения задач гидромеханизации сельскохозяйственных процессов.

Основные задачи дисциплины – в результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен быть подготовлен к решению задач в области гидро и пневмопривода, сельскохозяйственного водоснабжения, гидро и пневмотранспорта.

Данная дисциплина относится к базовой части блока дисциплин ОПОП по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Компетенция | | Планируемые результаты обучения |
|-------------|--|--|
| Код | Название | |
| ОПК-4 | способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы гидростатики и гидродинамики, методы решения гидравлических задач на основе равновесия жидкости; - методы расчета трубопроводов; насосов, водоподъемных установок на основе законов гидродинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи при использовании основных законов гидравлики; - проектировать водопровод и канализацию для животноводческих ферм, комплексов и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции; - пользоваться нормативно-справочной литературой. <p>Владеть (иметь навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом выполнения расчетов по проектированию водопроводных сетей и водоочистных сооружений; - методикой выбора насоса для работы в сети. |

| | | |
|-------|---|---|
| ОПК-6 | способность проводить и оценивать результаты измерений | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы использования гидропривода в с/х-ве; - основы эксплуатации гидравлических машин, водоподъемных установок, трубопроводов, оборудования для поения с/х-венных животных. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осваивать конструкцию перспективных гидравлических машин и установок для улучшения качества воды и поения сельскохозяйственных животных; - контролировать качество монтажных и ремонтных работ систем водоснабжения и канализации. - пользоваться нормативно-справочной литературой. <p>Владеть (иметь навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теорией гидравлических машин, их конструкцией принципами работы и методами рациональной эксплуатации; - принципами построения элементов конструкции и методов эксплуатации систем гидроприводов машин и механизмов для переработки сельскохозяйственной продукции и других систем. |
| ПК-13 | способность анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы использования гидропривода в с/х-ве; - основные способы улучшения качества воды; - основы проектирования систем водоснабжения и канализации; - основы эксплуатации гидравлических машин, водоподъемных установок, трубопроводов, оборудования для поения с/х-венных животных; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осваивать конструкцию перспективных гидравлических машин и установок для улучшения качества воды и поения сельскохозяйственных животных; - контролировать качество монтажных и ремонтных работ систем водоснабжения и канализации. <p>Владеть (иметь навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом выполнения расчетов по проектированию водопроводных сетей и водоочистных сооружений; - методами контроля качества монтажных и ремонтных работ систем водоснабжения и канализации; |
| ПК-15 | готовность систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы гидростатики и гидродинамики, методы решения гидравлических задач на основе равновесия жидкости; - основные способы улучшения качества воды; - основы проектирования систем водоснабжения и канализации; |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>- способы использования гидропривода в с/х-ве.</p> <p>Уметь:</p> <p>- осваивать конструкцию перспективных гидравлических машин и установок для улучшения качества воды и поения сельскохозяйственных животных;</p> <p>Владеть (иметь навыки):</p> <p>- основами теории гидравлических машин, их конструкции принципов работы и методов рациональной эксплуатации.</p> <p>- опытом выполнения расчетов по проектированию водопроводных сетей и водоочистных сооружений;</p> <p>- методикой выбора насоса для работы в сети.</p> |
|--|--|---|

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

| Виды учебной работы | Очная форма обучения | | Заочная форма обучения |
|---|----------------------|-------------|------------------------|
| | всего зач.ед./ часов | объём часов | всего часов |
| | | 6 семестр | 4 курс 7 семестр |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 4/144 | 144 | 144 |
| Контактная работа * обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч. | 76 | 76 | 18 |
| Аудиторная работа: ** | 76 | 76 | 18 |
| Лекции | 32 | 32 | 8 |
| Практические занятия | - | - | - |
| Семинары | - | - | - |
| Лабораторные работы | 44 | 44 | 10 |
| Другие виды аудиторных занятий | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч. | 41 | 41 | 99 |
| Подготовка к аудиторным занятиям | 20 | 20 | 59 |
| Выполнение курсовой работы (курсового проекта) | - | - | - |
| Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ | 15 | 15 | 30 |
| Другие виды самостоятельной работы | 6 | 6 | 10 |
| Экзамен/часы | 27 | 27 | 27 |
| Вид итогового контроля (зачёт, экзамен) | экзамен | экзамен | экзамен |

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

| № п/п | Раздел дисциплины | Л | СР | ПЗ | ЛР | СР |
|------------------------|--|-----|----|----|----|----|
| очная форма обучения | | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Общие сведения. Основные физические свойства жидкости. | 2 | - | - | 4 | 2 |
| 2. | Раздел 2. Гидростатика. Основные законы гидростатики. Сила давления жидкости на стенки | 4 | - | - | 4 | 4 |
| 3. | Раздел 3. Гидродинамика. Установившееся и неуставившееся движение жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и потока реальной жидкости. | 4 | - | - | 8 | 4 |
| 4. | Раздел 4. Режимы движения жидкости. Определение потерь напора (удельной энергии). | 2 | - | - | 4 | 4 |
| 5. | Раздел 5. Истечение через отверстия и насадки. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов, гидравлический удар | 4 | - | - | 4 | 6 |
| 6. | Раздел 6. Гидравлические машины | 6 | - | - | 4 | 10 |
| 7. | Раздел 7. Гидропередачи и гидропневмоприводы | 4 | - | - | 6 | 4 |
| 8. | Раздел 8. Гидравлический и пневматический транспорт | 2 | - | - | 6 | 4 |
| 9. | Раздел 9. Основы сельскохозяйственного водоснабжения и гидромелиорации | 4 | - | - | 4 | 3 |
| заочная форма обучения | | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Общие сведения. Основные физические свойства жидкости. | 0,5 | - | - | - | 5 |
| 2. | Раздел 2. Гидростатика. Основные законы гидростатики. Сила давления жидкости на стенки | 1 | - | - | 2 | 8 |
| 3. | Раздел 3. Гидродинамика. Установившееся и неуставившееся движение жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и потока реальной жидкости. | 1 | - | - | 2 | 12 |
| 4. | Раздел 4. Режимы движения жидкости. Определение потерь напора (удельной энергии). | 1 | - | - | 2 | 15 |
| 5. | Раздел 5. Истечение через отверстия и насадки. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов, гидравлический удар | 1 | - | - | 2 | 12 |
| 6. | Раздел 6. Гидравлические машины | 1 | - | - | 2 | 15 |
| 7. | Раздел 7. Гидропередачи и гидропневмоприводы | 1 | - | - | - | 12 |
| 8. | Раздел 8. Гидравлический и пневматический транспорт | 1 | - | - | - | 10 |
| 9. | Раздел 9. Основы сельскохозяйственного водоснабжения и гидромелиорации | 0,5 | - | - | - | 10 |

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

Раздел 1. Общие сведения. Основные физические свойства жидкости.

1.1. Предмет гидравлики и его значение в производственной деятельности. Краткая история науки гидравлика.

1.2. Понятие «жидкость», сжимаемость, текучесть, вязкость, температурное расширение. 1.3. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская, неньютоновская.

1.4. Силы и напряжения, действующие в жидкости.

Раздел 2. Гидростатика. Основные законы гидростатики. Сила давления жидкости на стенки.

2.1. Гидростатическое давление его основные свойства.

2.2. Уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Основное уравнение гидростатики.

2.3. Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление.

2.4. Поверхности равного давления. Методы и приборы для измерения давления. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности и определение точек их приложения.

2.5. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах.

Раздел 3. Гидродинамика. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и потока реальной жидкости.

3.1. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.

3.2. Дифференциальные уравнения движения жидкости (уравнения Эйлера).

3.3. Струйная модель движения жидкости, элементарный расход.

3.4. Уравнение неразрывности для элементарной струйки несжимаемой жидкости.

3.5. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и для потока реальной жидкости.

3.6. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли.

Раздел 4. Режимы движения жидкости. Определение потерь напора (удельной энергии).

4.1. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.

4.2. Распределение скоростей по сечению потока, расход и средняя скорость потока.

4.3. Гидравлические сопротивления.

4.4. Потери напора по длине.

4.5. Коэффициент гидравлического трения λ (коэффициент Дарси) и основные формулы для его определения.

4.6. Уравнение Шези. Вторая и третья водопроводные формулы.

4.7. Потери напора на местных сопротивлениях.

Раздел 5. Истечение через отверстия и насадки. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов, гидравлический удар

5.1. Истечение через малые и большие отверстия в тонкой стенке и насадки.

5.2. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи.

5.3. Короткие трубопроводы, коэффициент сопротивления системы.

5.4. Длинные трубопроводы.

5.5. Параллельное и последовательное соединение труб

5.6. Равномерно распределенный попутный расход. Расчет тупиковой и кольцевой водопроводной сети.

5.7. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского.

5.8. Различные виды гидравлического удара и способы его предотвращения.

Раздел 6. Гидравлические машины.

5.1. Общие сведения. Назначение гидравлических машин и вентиляторов, их классификация область применения.

5.2. Насосы, назначение устройство и принцип действия. Производительность, напор, мощность и к.п.д., рабочие характеристики.

5.3. Гидродвигатели, назначение устройство и принцип действия.

5.4. Вентиляторы, назначение устройство и принцип действия. Характеристики вентиляторов.

5.5. Компрессоры, турбокомпрессоры, гидравлические и газовые турбины.

Раздел 7. Гидропередачи и гидропневмоприводы.

7.1. Назначение и области применения гидродинамических передач, принцип действия, общая характеристика, классификация гидроприводов. Достоинства и недостатки гидродинамических передач.

7.2. Объемный гидропривод, классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена, дроссельное и объемное регулирование гидропривода.

7.3. Основные элементы гидропередач, силовые цилиндры, поворотные гидродвигатели, роторные и роторно-поршневые гидромоторы.

7.4. Гидравлический и пневматический инструмент и манипуляторы.

Раздел 8. Гидравлический и пневматический транспорт.

8.1. Общие сведения. Классификация сельскохозяйственных грузов.

8.2. Схемы гидро- и пневмотранспортных установок для транспортирования кормов и навозных масс.

8.3. Общий принцип расчета гидро- и пневмотранспортных установок.

Раздел 9. Основы сельскохозяйственного водоснабжения и гидромелиорации.

9.1. Особенности с/х водоснабжения, основные потребители воды.

9.2. Схемы водоснабжения из поверхностных и подземных источников.

9.3. Напорно-регулирующие сооружения.

9.4. Водопроводные сети. Определение высоты и объема напорно-регулирующего резервуара.

9.5. Виды и основные задачи гидромелиорации.

9.6. Механизированное орошение, способы полива сельскохозяйственных культур.

9.7. Орошение дождеванием, основные типы дождевальных машин. Внутрипочвенное орошение.

4.3. Перечень тем лекций.

| № п/п | Тема лекции | Объем, ч | |
|----------|---|----------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1 | ВВЕДЕНИЕ. Содержание, основные термины и определения. Гидравлика и ее задачи. Основные физические свойства жидкости. Краткая история развития гидравлики. | 2 | 0.5 |
| 2 | ГИДРОСТАТИКА. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Приборы для измерения давления. | 2 | 1 |
| 3 | СИЛЫ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ НА ПЛОСКИЕ И КРИВОЛИНЕЙНЫЕ СТЕНКИ. Определение суммарной силы гидростатического давления на плоскую стенку. Определение точки приложения полной силы гидростатического давления на плоскую стенку. Сила суммарного гидростатического давления на криволинейную стенку. Определение направления полной силы гидростатического давления на криволинейную стенку. Эпюры гидростатического давления на стенки. Закон Архимеда. | 2 | 0.5 |
| 4 | ГИДРОДИНАМИКА. Основные положения. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Линия тока, элементарная струйка. Расход и средняя скорость жидкости. Смоченный периметр, гидравлический радиус. Уравнение неразрывности установившегося движения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и вязкой жидкости. | 3 | 1 |
| 5 | УРАВНЕНИЕ БЕРНУЛЛИ ДЛЯ ПОТОКА РЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Равномерное движение жидкости. Формула Шези. Режимы движения жидкости. | 2 | 1 |
| 6 | ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Определение гидравлических сопротивлений при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Коэффициент гидравлического трения. Потери напора по длине в каналах и открытых руслах. Местные потери напора. Коэффициент сопротивления системы. | 2 | - |

| | | | |
|-------|---|----|-----|
| 7 | ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ И НАСАДКИ ПРИ ПОСТОЯННОМ И ПЕРЕМЕННОМ НАПОРЕ Классификация отверстий и насадков. Определение средней скорости и расхода жидкости при истечении жидкости через отверстия и насадок при постоянном и переменном напоре. Взаимодействие набегающей струи с преградами различных форм. | 2 | 0,5 |
| 8 | ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР В ТРУБАХ Определение повышение давления при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны. Прямой гидравлический удар. Расчет каналов и открытых русел. Наивыгоднейшее сечение канала. | 2 | - |
| 9 | ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ Классификация трубопроводов. Основные расчетные зависимости. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном их соединении. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопровода. | 2 | 1 |
| 10 | ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ВЕНТИЛЯТОРЫ Классификация и принцип работы. Основные технические показатели. Основное уравнение лопастных машин. Напор, мощность и КПД центробежного насоса. Уравнение центробежного насоса. Кавитация насосов, допустимая высота всасывания. | 3 | 1 |
| 11 | ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ Геометрическое, кинематическое и гидравлическое подобие потоков жидкости. Критерии Ньютона, Рейнольдса и Фруда. Подобие лопастных насосов. Подобие режимов всасывания. | 2 | - |
| 12 | ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ Рабочая универсальная и безразмерная характеристики насосов. Работа насоса на трубопровод. Характеристика сети. Рабочая точка насоса. Подбор насоса для конкретных условий работы. Способ изменения характеристики насоса. Регулирование подачи насосов. | 2 | 1 |
| 13 | ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ РАБОТА НАСОСОВ Построение характеристики совместно работающих насосов на одну сеть. Обточка рабочего колеса, допустимая величина обточки. Напор и подача насоса при обточке. Рабочее поле насоса. Вихревые, шестеренные и роторные насосы. | 2 | - |
| 14 | ГИДРОПРИВОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ Простейший гидропривод. Классификация гидроприводов, преимущества и недостатки. Объемные насосы и гидродвигатели. Рабочий объем, идеальная и действительная подача объемного насоса и гидродвигателя. Нерегулируемый гидропривод. Мощность и КПД гидропривода. | 2 | 0,5 |
| Всего | | 32 | 8 |

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров).

Не предусмотрено.

4.5. Перечень тем лабораторных занятий

| № п/п | Тема лабораторных занятий | Объём, ч | |
|----------|--|----------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1. | Раздел 4. Определение режима движения жидкости на приборе Рейнольдса. | 2 | 2 |
| 2. | Раздел 3. Исследование установившегося движения жидкости в трубе переменного сечения. | 4 | 2 |
| 3. | Раздел 3. Определение коэффициента расхода водомера Вентури. | 2 | - |
| 4. | Раздел 4. Определение коэффициента трения по длине трубы. | 2 | 2 |
| 5. | Раздел 4. Определение коэффициентов Шези и шероховатости для труб постоянного сечения. | 2 | - |
| 6. | Раздел 4. Определение коэффициентов местных сопротивлений. | 4 | - |
| 7. | Раздел 5. Определение коэффициентов расхода, скорости и сжатия при истечении жидкости из отверстий и насадков. | 4 | - |
| 8. | Раздел 6. Изучение конструкций насосов | 4 | - |
| 9. | Раздел 6. Испытание центробежного насоса, построение рабочей характеристики насоса | 4 | 2 |
| 10. | Раздел 6. Испытание вихревого насоса | 4 | 2 |
| 11. | Раздел 7. Испытание гидропривода с дроссельным регулированием. | 2 | - |
| 12. | Раздел 7. Испытание безбашенной автоматической водокачки | 2 | - |
| | Защита лабораторных работ. | 8 | - |
| | Всего | 44 | 10 |

Лабораторные занятия ставят своей основной целью изучение обобщающимся проектирования и расчета систем водоснабжения, гидротранспорта и гидравлического привода, оценки эффективности гидравлических систем различного назначения, правильной эксплуатации гидравлических систем и подтверждение на примере реальных объектов изученных теоретических материалов.

Для их проведения имеются лаборатория №1, соответствующее лабораторное оборудование. Лабораторные работы предусмотрены по основным разделам курса.

4.6. Виды самостоятельной работы обучающихся и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Перечень методических рекомендаций обобщающимся при подготовке к предстоящим аудиторным занятиям и для закрепления и углубления полученных на этих занятиях знаний:

1. Изучить по лекциям и рекомендуемой литературе материал, который соответствует теме предстоящих занятий;
2. Провести сравнительный анализ рассмотренного материала и сформулировать вопросы по неясным разделам материала;
3. В тезисной форме воспроизвести усвоенный материал в виде устного или письменного изложения;
4. Повторно проработать рассмотренный на аудиторных занятиях материал с учетом тех комментариев, которые были сделаны преподавателем в течении занятий;

5. Самостоятельно решить с другими исходными данными несколько примеров подобных тем, которые рассматривались на занятиях.

4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов).

Не предусмотрено.

4.6.3. Перечень тем расчетно-графических работ (контрольных работ).

| № п/п | Тема расчетно-графических работ | Объем, ч (семестр) | |
|----------|---|--------------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1 | Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар. | 7(6) | 15(7) |
| 2 | Расчет линий сельскохозяйственного водоснабжения. Выбор насоса и водорегулирующего сооружения. | 8(6) | 15(7) |

Тематика заданий на расчетно-графические работы выбирается с учетом специальности обучающихся. Для лучшего закрепления знаний в заданиях предусмотрено применение наиболее распространенных типов работ.

После выдачи задания на расчетно-графические работы обучающиеся выполняют их по 2 темам в соответствии с методическими указаниями дома, в библиотеке, а чаще всего в аудитории, которая снабжена необходимыми методическими материалами и специальной литературой.

Содержание расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа по гидравлике и гидроприводу по своему содержанию охватывает основные разделы курса «Гидравлика» и является одним из важнейших видов самостоятельного его изучения, способствующего развитию навыков проектирования и расчета систем водоснабжения, гидротранспорта и гидравлического привода, полученных при изучении теоретического материала.

Задание на расчетно-графическую работу является комплексным и включает 2 различные темы.

Задание расчетно-графической работы – научиться оценивать работоспособность гидравлических систем и механизмов на объекте АПК.

Осуществление задания состоит из выполнения следующих разделов:

1. При гидравлическом расчете трубопроводов необходимо определить одну из четырех величин: расход жидкости, потери напора, площадь живого сечения трубы или ее диаметр и длину трубопровода – по трем заданным величинам. В любом случае основой для расчета является уравнение Бернулли, из которого следует, что разность напоров в начале и конце трубы затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений. При этом трубопроводы могут быть соединены последовательно и параллельно. При расчете последовательно соединенных трубопроводов необходимо исходить из следующих положений: 1) расход жидкости во всех трубах одинаков, если отсутствует на каком-либо из участков трубы попутный расход, 2) потери напора в каждом из трубопроводов различные, общие потери напора равны сумме потерь напора на каждом участке. При расчете параллельно соединенных трубопроводов необходимо исходить из следующих положений: 1) общий расход в узловых точках трубопроводов складывается из расходов отдельных параллельных ветвей, 2) потери напора ветви одинаковы. Расчет сифонного трубопровода основан на использовании уравнения Бернулли для двух сечений, за счет разности, расположения которых и осуществляется движение жидкости. При определении требуемого диаметра трубы лучше использо-

вать графический способ, при котором применяют график зависимости напора от диаметра трубы. При расчете гидравлического удара используют формулу Жуковского.

2. Необходимо выбрать центробежный насос и проверить его работу совместно с водопроводной сетью. При этом для выбора насоса при заданной подаче необходимо установить требуемый напор, который расходуется на преодоление высоты всасывания, гидравлических сопротивлений при всасывании и нагнетании, геодезической высоты подъема жидкости. Выбранный насос должен обеспечить заданную подачу жидкости и требуемый напор, значение которых определяются на графике по рабочей точке насоса.

Предусматривается начертить общую схему водоснабжения для объекта, дать обоснование по выбору водозаборного сооружения и элементов системы, наметь водовод и разводящую водонапорную сеть. Выбор типа и конструкции водозабора зависит от физико-географических условий района, топографических данных, вида источников водоснабжения, мощности источника, качества воды. При этом используют различные схемы водоснабжения

Предусматривается определение расходов воды водонапорной сети, коэффициентов часовой неравномерности расходов воды, выполнения интегральной кривой водопотребления и определение емкости бака водонапорной башни

Проект предусматривает выполнение 2 работ с оформлением соответственно графической части, построение графиков зависимостей и необходимых расчетов в виде текстовой части. На листах изображаются: гидравлические схемы; графики.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

| № п/п | Тема самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение | Объём, ч | |
|-------|--|---|----------------|---------|
| | | | форма обучения | |
| | | | очная | заочная |
| 1 | Раздел 1. Общие сведения. Основные физические свойства жидкости. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.11-25. | 2 | 4 |
| 2 | Раздел 2. Гидростатика. Основные законы гидростатики. Сила давления жидкости на стенки | 1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.27-53. 2. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчётно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчёт трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 – С. 21-73. | 4 | 10 |

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 3 | Раздел 3. Гидродинамика. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и потока реальной жидкости. | <p>1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хозяйства / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.89-104.</p> <p>2. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчётно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчёт трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 – С. 21-73.</p> | 4 | 15 |
| 4 | Раздел 4. Режимы движения жидкости. Определение потерь напора (удельной энергии). | <p>1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хозяйства / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.110-124.</p> <p>2. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчётно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчёт трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 – С. 21-73.</p> | 4 | 15 |

| | | | | |
|-------|--|---|----|----|
| 5 | Раздел 5. Истечение через отверстия и насадки. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов, гидравлический удар | 1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.199-227. 2. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчетно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 – С. 21-73. | 6 | 8 |
| 6 | Раздел 6. Гидравлические машины | Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчетно-графической работы по теме: "Расчет линий сельскохозяйственного водоснабжения. Выбор насоса и водорегулирующего сооружения" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 – С. 5-44. | 8 | 20 |
| 7 | Раздел 7. Гидропередачи и гидропневмоприводы | Ухин Б.В. Гидравлика [электронный ресурс]: Учебное пособие / Ухин - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2013 – С. 323-346 – <URL: http://znanium.com/go.php?id=450853 >. | 6 | 10 |
| 8 | Раздел 8. Гидравлический и пневматический транспорт | Ухин Б.В. Гидравлика [электронный ресурс]: Учебное пособие / Ухин - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2013 – С. 352-364 – <URL: http://znanium.com/go.php?id=450853 >. | 5 | 10 |
| 9 | Раздел 9. Основы сельскохозяйственного водоснабжения и гидро-мелиорации | Ухин Б.В. Гидравлика [электронный ресурс]: Учебное пособие / Ухин - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2013 – С. 380-396 – <URL: http://znanium.com/go.php?id=450853 >. | 2 | 7 |
| Всего | | | 41 | 99 |

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы | Объем, ч | |
|-------|---|----------------------|------------------------|
| | | Форма обучения | |
| | | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| 1. | Оформление рабочих тетрадей и отчетов по лабораторным работам. | 4 | 10 |
| 2. | Самостоятельная проработка отдельных глав теоретического курса с изучением вопросов, не читавшихся в лекционном курсе, не выносившихся на лабораторных работах. | 1 | 0 |
| 3. | Работа обучающихся над изучением отдельных вопросов курса на консультациях под руководством преподавателя. | 1 | 0 |
| Всего | | 6 | 10 |

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме.

| № п/п | Форма занятия | Тема занятия | Интерактивный метод | Объем, ч |
|-------|---------------------|--|--|----------|
| 1 | Лекция | Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. | «Мозговой штурм» | 2 |
| 2 | Лекция | Рабочая универсальная и безразмерная характеристики насосов. Характеристика сети. Рабочая точка насоса. Подбор насоса для конкретных условий работы. | «Дискуссия» | 2 |
| 3 | Лабораторные работа | Определение режима движения жидкости на приборе Рейнольдса. | «Дискуссия» | 2 |
| 4 | Лабораторные работа | Испытание центробежного насоса, построение рабочей характеристики насоса | «Мозговой штурм» | 2 |
| 5 | Лабораторные работа | Исследование установившегося движения жидкости в трубе переменного сечения | «Case-study» (анализ конкретных ситуаций) Опрос | 2 |
| 6 | Лабораторные работа | Определение коэффициента трения по длине трубы. | «Дерево решений», «Case-study», Опрос | 2 |
| 7 | Лабораторные работа | Определение коэффициентов местных сопротивлений | Метод проектов Опрос | 2 |
| 8 | Лабораторные работа | Изучение конструкций насосов | Занятие-экскурсия Опрос | 2 |

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания и методические материалы представлены в соответствующем разделе УМК.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература.

6.1.1. Основная литература.

| № п/п | Автор | Заглавие | Гриф издания | Издательство | Год издания | Кол-во экз. в библи. |
|-------|------------------|--|--------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Штеренлихт Д.В | Гидравлика: Учебник | УМО | М.: КолосС | 2007 | 17 |
| 2. | Штеренлихт Д.В | Гидравлика: Учебник | УМО | М.: КолосС | 2008 | 31 |
| 3. | Брюханов О.Н. | Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : Учебник | УМО | М.: Инфра-М | 2008 | 15 |
| 4. | Штеренлихт Д.В | Гидравлика: Учебник [электронный ресурс] <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=64346 >. | УМО | Москва : "Лань" | 2015 | Электронный ресурс |
| 5. | Брюханов О.Н. | Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник [электронный ресурс] <URL: http://znanium.com/go.php?id=76480 >. | УМО | Москва : Издательский Дом "ИНФРА-М" | 2004 | Электронный ресурс |
| 6. | Кожевникова Н.Г. | Практикум по гидравлике: Учебное пособие [электронный ресурс] <URL: http://znanium.com/go.php?id=424327 >. | УМО | Москва : Издательский Дом "ИНФРА-М" | 2014 | Электронный ресурс |
| 7. | Моргунов К. П. | Гидравлика [электронный ресурс] <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=51929 >. | УМО | Москва : "Лань" | 2014 | Электронный ресурс |
| 8. | Ухин Б.В. | Гидравлика: Учебное пособие [электронный ресурс] <URL: http://znanium.com/go.php?id=450853 >. | УМО | Москва : Издательский Дом "ФОРУМ" | 2014 | Электронный ресурс |

6.1.2. Дополнительная литература.

| № п/п | Автор | Заглавие | Издательство | Год издания |
|-------|-----------------------|--|----------------|-------------|
| 1. | Крестин Е. А. | Задачник по гидравлике с примерами расчетов [электронный ресурс] <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50160 >. | Москва: Лань | 2014 |
| 2. | А.Д. Альтшуль [и др.] | Примеры расчетов по гидравлике: учебное пособие для студентов строительных специальностей высших учебных заведений | Москва: Альянс | 2013 |

| | | | | |
|----|---|---|--------------------|------|
| 3. | Тихоненков Б.П. | Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс] URL: http://znanium.com/go.php?id=400696 | Москва: (МГАВТ) | 2005 |
| 4. | Тихоненков Б.П. | Гидравлика и гидроприводы. Часть 2. Гидроприводы [электронный ресурс] URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 | Москва: (МГАВТ) | 2005 |
| 5. | Н.С. Дорофеев, А.М. Андрианов и др. | Гидравлика. Теоретические основы и методика решения задач: методическое пособие для студентов заочного отделения | ВГАУ | 1992 |
| 6. | Палишкин Н.А. | Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение | М: Промиздат | 1990 |

6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

| № п/п | Автор | Заглавие | Издательство | Год издания |
|-------|---|---|-------------------------------|-------------|
| 1 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Андрианов А.М. Дружинин Р.А. | Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по дисциплинам: «Гидравлика» и «Гидравлика и гидропневмопривод» для студентов агроинженерного факультета очной формы обучения по всем направлениям | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2014 |
| 2. | Андрианов А.М. Дружинин Р.А. | Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Гидравлика" и "Гидравлика и гидропневмопривод" для студентов агроинженерного факультета заочной формы обучения | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2013 |
| 3. | М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин | Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчетно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2014 |
| 2. | М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин | Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчетно-графической работы по теме: "Расчет линий сельскохозяйственного водоснабжения. Выбор насоса и водорегулирующего сооружения" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2014 |
| 3. | Опрышко В.М., Баранов Ю.Н., Дружинин Р.А. | Теоретические основы и методика решения контрольных задач | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2012 |
| 4. | Андрианов А.М. Андрианов Е. А. | Гидравлика и гидравлические машины | Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ | 2009 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), **необходимых для освоения дисциплины.**

1. Гидравлическая система роторного зерноуборочного комбайна РСМ-181 "Торум-740" : учебное пособие / [И.В. Баскаков [и др.] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т ; под ред. И.В. Баскакова .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013 .— 103 с. — <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b83100.pdf>.
2. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) [электронный ресурс] : Учебник / Гиргидов .— Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014 .— 704 с. — <URL:http://znanium.com/go.php?id=443613>.
3. Журнал «Гидравлика и пневматика»/ [Электронный ресурс].- <http://www.hap.ru>
4. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине "Гидравлика" : для студентов специальности "Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения" / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [сост. : А. Ю. Черемисинов, С. П. Бурлакин] .— Воронеж : ВГАУ, 2007 .— 32 с. : ил. — Библиогр.: с. 32 .— <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b50806.pdf>.
5. Моргунов, К. П. Гидравлика [электронный ресурс] : / Моргунов К.П. — Москва : Лань", 2014 .— Рекомендовано УМО по образованию в области природообустройства и водопользования в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование». — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51929>.
6. Парахневич В.Т. Гидравлика, гидрология, гидрометрия водотоков : Учебное пособие .— Москва ; Минск : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" : ООО "Новое знание", 2015 .— 368 с. — <URL:http://znanium.com/go.php?id=483223>.
7. Соловьев А. А. Речная гидравлика .— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2004 .— 74 с. — <URL:http://znanium.com/go.php?id=400693>.
8. Ухин, Б.В. Гидравлика [электронный ресурс] : Учебник / Ухин, Гусев .— Москва : Издательский Дом "ИНФРА-М", 2010. — <URL:http://znanium.com/go.php?id=203696>.
9. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчетно-графической работы по теме: "Расчет линий сельскохозяйственного водоснабжения. Выбор насоса и водорегулирующего сооружения" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2014 .— 90 с. : ил., табл. — <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b95520.pdf>.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.

| № п/п | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Функция программного обеспечения | | |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------|
| | | | контроль | моделирующая | обучающая |
| 1. | Лабораторные работы, лекции | PowerPoint, Word | | | + |
| 2. | Самостоятельная работа | Internet Explorer | | | + |
| 3. | Промежуточный контроль | АСТ-Тест | + | | |

Вычислительная техника на кафедре используется как преподавателями (для контроля знаний обучающихся и для проверки правильности выполнения расчетно-графической работы на отдельных этапах расчетов), так и обучающимися для отработки навыков выполнения расчетов.

В учебном процессе предусмотрено выполнение лабораторных аудиторных работ и расчетов по расчетно-графической работе в компьютерных классах кафедры и факультета.

6.3.2. Аудио- и видео пособия.

| № | Вид пособия | Название |
|-----|-------------|--|
| 1. | Видеофильм | Возникновение и структура турбулентности |
| 2. | Видеофильм | Газожидкостные течения в элементах насосов |
| 3. | Видеофильм | Гидравлика водопропускных трубчатых сооружений |
| 4. | Видеофильм | Датчики следящих систем |
| 5. | Видеофильм | Демонстрация опытов с истечением жидкости |
| 6. | Видеофильм | Потери напора при движении жидкости |
| 7. | Видеофильм | Струйные течения |
| 8. | Видеофильм | Течение жидкости со свободными поверхностями |
| 9. | Видеофильм | Уравнение Бернулли |
| 10. | Видеофильм | Характеристики и законы турбулентности |
| 11. | Видеофильм | Истечение жидкости из отверстий и насадков |
| 12. | Видеофильм | Неравномерное установившееся движение воды в каналах |

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов.

| № п/п | Темы лекций и других видов занятий |
|-------|---|
| 1. | Лекция. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. |
| 2. | Лекция. Гидродинамика. |
| 3. | Лекция. Уравнение Бернулли для потока реальной и идеальной жидкости. |
| 4. | Лекция. Истечения жидкости через отверстия и насадки. |
| 5. | Лекция. Классификация трубопроводов. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном их соединении. |
| 6. | Лекция. Характеристики центробежных насосов. |

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий | Перечень основного оборудования, приборов и материалов |
|-------|---|---|
| 1. | Аудитория 1 "Гидравлика" - Специализированная лаборатория «Гидравлики и гидравлических машин» | Прибор Рейнольдса |
| 2. | | Водомер Вентури |
| 3. | | Установка для исследования потерь по длине и на местных сопротивлениях |
| 4. | | Установка по определению коэффициента Шези |
| 5. | | Установка для исследования истечения через отверстия и насадки |
| 6. | | Стенд для изучения конструкции основных узлов объемного гидропривода |
| 7. | | Установка для испытания объемного гидропривода |
| 8. | | Установка для демонстрации закона Бернулли |
| 9. | | Стенд для демонстрации основных узлов насосов и принципа их работы |
| 10. | | Установка для снятия характеристики центробежного насоса |
| 11. | | Установка для снятия характеристики вихревого насоса и определения рабочей точки насоса |
| 12. | | Безбашенная автоматическая водокачка ВЭ-2,5М |
| 13. | | Манометры. |
| 14. | | Вакуумметры. |
| 15. | | Счетчики количества жидкости (турбинные). |
| 16. | | Счетчики количества жидкости (индукционные). |
| 17. | | Расходомерные устройства. |
| 18. | | Вязкозиметры. |
| 19. | | Ваттметры. |
| 20. | | Учебные плакаты; учебно-методическая литература. |
| 21. | аудитория № 219 м.к. | Аудитория для самостоятельного обучения с доступом к сети Internet |

Для организации учебного процесса имеются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени его сложности.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно - образовательную среду ВГАУ.

ВГАУ представляет необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.


Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают одновременный доступ не менее 25 процентов обучающихся по программе подготовки.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам), состав которых определяется в рабочих программах дисциплин.

8. Междисциплинарные связи

Протокол

согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности

| Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование | Кафедра | Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования | Подпись зав. кафедрой |
|---|----------------------------|--|---|
| Гидравлические системы мобильной сельскохозяйственной техники | Сельскохозяйственных машин | нет |  |
| Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования | Тракторов и автомобилей | нет |  |
| | | | |
| | | | |