



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения,  
насосов и насосных станций

УТВЕРЖДАЮ  
И. о директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова  
Бенин Д.М.  
“ 25 ” 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.02.03 Насосные установки**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 08.03.01 Строительство

Направленность: Промышленное и гражданское строительство,

Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление недвижимостью

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2019

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2020

Разработчик: Сушко В.В. доцент, к.т.н. Сушко  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» 02 2020 г.

Рецензент: Пчелкин В.В. профессор, д.т.н.

Пчелкин  
(подпись)

«26» 02 2020 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 08.03.01 Строительство и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций

протокол № 2 от «26» 02 2020 г.

Зав. кафедрой Али М.С., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Али  
(подпись)

«26» 02 2020 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова

Бакштанин А.М., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Бакштанин  
(подпись)

«13» 02 2020 г.

протокол № 8

Заведующий выпускающей кафедрой:

Гидротехнических сооружений Ханов Н.В., д.т.н., профессор

Ханов  
(подпись)

«24» 02 2020 г.

Инженерных конструкций Чумичева М. М., к.т.н., доцент

Чумичева  
(подпись)

«24» 02 2020 г.

Заведующий выпускающей кафедрой:

сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости Михеев П.А., д.т.н., профессор

Михеев  
(подпись)

«24» 02 2020 г.

Главный библиотекарь

Отдел обслуживания института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Чубарова Г.П.

Чубарова  
(подпись)

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов получены:**

Методический отдел УМУ

« » 20 г

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	6
4. Структура и содержание дисциплины .....	6
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ .....	6
по семестрам .....	6
4.2 Содержание дисциплины.....	8
4.3 Лекции/лабораторные/практические/семинарские занятия .....	11
5. Образовательные технологии .....	15
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	17
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	17
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	27
7.1 Основная литература.....	27
7.2 Дополнительная литература.....	28
7.3 Нормативные правовые акты .....	28
8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	28
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	28
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	29
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	29
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	32

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.02.03 Насосные установки**  
**для подготовки бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство,**  
**направленность Промышленное и гражданское строительство,**  
**Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление**  
**недвижимостью**

**Цель освоения дисциплины:** ознакомить будущего бакалавра с таким понятием как насос, уделяя основное внимание изучению конструкций и характеристик новейших типов насосов и насосных установок применяемые в системах водоснабжения и водоотведения, а также теории их работы и гидравлических процессов передачи энергии в агрегате, определению их параметров, необходимых при проектировании насосных станций; способов выбора, условий применения насосов; достоинств и недостатков, и вопросов эксплуатации.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки строительство, 7 семестр.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции **УК-2.1; УК-2.2**); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции **ПКос-3.3**); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции **ПКос-5.1**)

**Краткое содержание дисциплины:** классификация и конструкция насосов. Область применения. Схемы насосных установок, требуемый напор насоса, напор по показаниям приборов. Напор насоса, формула Эйлера, теория подобия лопастных насосов. Параллельная работа насосов с идентичными с различными характеристиками. Последовательная работа насосов. Характеристики последовательной работы двух насосов. Работа насосов на сеть трубопроводов.

**Общая трудоемкость дисциплины** 3 зач. ед., 108 час.

**Промежуточный контроль:** – экзамен РГР

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цели освоения дисциплины Насосные установки является:

- ознакомление будущих специалистов с машинным водоподъемом его значением и ролью в практике орошения и осушения земель, сельскохозяйственного водоснабжения и в целом в водохозяйственном строительстве;

- формирование у студентов комплекса основных сведений, базовых понятий, знаний и навыков в области проектирования, рационального использования, эксплуатации, мониторинга, реконструкции и восстановления насосных установок;

- развитие у студентов профессиональных компетенций, широкого научного кругозора, творческого подхода, и умений использовать новейшие достижения технического прогресса, в процессе своей трудовой деятельности.

В результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен быть подготовлен к практической реализации полученных знаний, использованию их при проектировании, строительстве, эксплуатации, мониторинге, реконструкции и восстановлении насосных установок с применением новейших технологий и быть способным к самообучению.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина Насосные установки включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений ФГОС ВО. В дисциплине Насосные установки реализованы требования ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 Строительство, направленность Промышленное и гражданское строительство, Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление недвижимостью

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина Насосные установки, являются следующие дисциплины: «Математика», «Физика», «Механика», «Инженерная графика», «Гидравлика». Кроме этого студент должен уметь пользоваться компьютерной вычислительной и графопостроительной техникой, знать состав конструкторской документации в полном соответствии с требованиями ЕСКД.

Особенностью дисциплины является получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя различные средства и методы, интерпретировать полученные данные для формирования суждений по профессиональным и социальным проблемам, а также стремиться соответствовать установленным стандартам или превосходить их.

Рабочая программа дисциплины Насосные установки для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Идентификация профильных задач профессиональной деятельности	общую структуру концепции реализуемого проекта, понимать ее составляющие и принципы их формулирования;	формулировать взаимосвязанные задачи, обеспечивающие достижение поставленной цели;	способами определения профильных задач в профессиональной деятельности
			УК-2.2 Представление поставленной задачи в виде конкретных заданий	взаимосвязь и влияние инженерных систем на работу насосных установок	определять приоритеты различных инженерных сетей при подборе насосных установок	методами разделения общей задачи на отдельные этапы
2	ПКос-3	Способность выполнять работы по проектированию зданий и сооружений	ПКос-3.3 Подготовка технического задания на разработку раздела проектной документации здания и сооружения	состав технического задания на разработку проектной документации по насосным установкам	использовать нормативные документы при разработке технического задания	навыками составления технического задания и документации на насосные установки
3	ПКос-5	Способность выполнять работы по организационно-технологическому проектированию зданий и с сооружений промышленного и гражданского назначения	ПКос-5.1 Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для организационно-технологического проектирования здания и сооружения	необходимые исходные данные для подбора необходимого насосного оборудования	использовать нормативно-техническую документацию для выбора необходимого оборудования	навыками подбора насосов, насосных агрегатов в соответствии с техническим заданием

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	семестр №7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>34,4</b>	<b>34,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>34,4</b>	<b>34,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	40	40
<i>Подготовка к экзамену</i>	33,6	33,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
		<i>7-ой семестр</i>				
<b>1. Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и насосных станциях.</b> <i>Тема 1.1.</i> Краткий исторический обзор развития машинного водоподъема. <i>Тема 1.2.</i> Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция». <i>Тема 1.3.</i> Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.	10	2	2			6
<b>2. Параметры насосов</b> <i>Тема 2.1.</i> Основные параметры насосов: подача, напор, полезная и потребляемая мощность, коэффициент полезного действия. <i>Тема 2.2.</i> Схемы насосных установок: с положительной и отрицательной высотами	10	2	2			6



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
всасывания, сифонного типа Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов.						
<b>3. Лопастные насосы</b> <i>Тема 3.1.</i> Конструкция, маркировка и классификация лопастных насосов. <i>Тема 3.2.</i> Принцип действия центробежного насоса, планы скоростей на входе и выходе рабочего колеса. <i>Тема 3.3.</i> Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса. Краткая теория осевого насоса	10	2	2			6
<b>4. Характеристики лопастных насосов и трубопровода</b> <i>Тема 4.1</i> Рабочие, универсальные, безразмерные характеристики насосов. <i>Тема 4.2.</i> Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования режимов работы насосов. Условия пуска лопастных насосов <i>Тема 4.3.</i> Параллельная и последовательная работа насосов	11	2	4			5
<b>5. Теория подобия лопастных насосов</b> <i>Тема 5.1</i> Теория подобия лопастных насосов Критерии подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.	10	2	2			6
<b>6. Кавитация в лопастных насосах</b> <i>Тема 6.1</i> Кавитация в лопастных насосах.. <i>Тема 6.2</i> Кавитационные испытания насосов..	11	4	2			5
<b>7. Другие типы насосов и водоподъемников</b> <i>Тема 7.1.</i> Классификация, принцип действия, конструкция и область применения различных типов насосов..	10	2	2			6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Консультации	2				2	
Подготовка к экзамену	33,6	-	-			33,6
Всего в 7-ом семестре	108	16	16		2,4	73,6
Итого по дисциплине	108	16	16		2,4	73,6

## Содержание разделов дисциплины

### **1. Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и насосных станциях.**

*Тема 1.1.* Краткий исторический обзор развития машинного водоподъема. Значение машинного водоподъема в практике орошения и осушения земель. Краткий исторический обзор развития машинного водоподъема. Достижения отечественных и зарубежных ученых, конструкторов и проектировщиков в развитии конструкции современных насосов и гидроузлов машинного водоподъема.

*Тема 1.2.* Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция».

Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция».

*Тема 1.3.* Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам.

Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.

### **2. Параметры насосов**

*Тема 2.1.* Основные параметры насосов: подача, напор, полезная и потребляемая мощность, коэффициент полезного действия.

*Тема 2.2.* Схемы насосных установок: с положительной и отрицательной высотами всасывания, сифонного типа. Приборы для измерения параметров насоса. Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов.

### **3. Лопастные насосы**

*Тема 3.1.* Конструкция, маркировка и классификация лопастных насосов.

Конструкция центробежных, диагональных и осевых насосов, назначение основных узлов и деталей маркировка. Классификация лопастных насосов.

*Тема 3.2.* Принцип действия центробежного насоса.

Принцип действия центробежных насосов. Течение жидкости в каналах рабочего колеса. Вход жидкости на рабочее колесо и выход из него.

*Тема 3.3.* Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса.

Краткая теория осевого насоса. Принцип действия осевого насоса, циркуляция жидкости вокруг лопасти, подъемная сила, коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления. Особенности планов скоростей на входе и выходе рабочего колеса осевого насоса.

### **4. Характеристики лопастных насосов и трубопровода**

*Тема 4.1.* Характеристики лопастных насосов.

Характеристики лопастных насосов: рабочие, универсальные, безразмерные. Виды и особенности характеристик различных типов насосов.

**Тема 4.2.** Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования режимов работы насосов. Условия пуска лопастных насосов.

**Тема 4.3.** Параллельная и последовательная работа насосов.

## 5. Теория подобия лопастных насосов

**Тема 5.1.** Теория подобия лопастных насосов. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Критерии подобия. Практическое использование теории подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.

## 6. Кавитация в лопастных насосах

**Тема 6.1.** Кавитация в лопастных насосах

Кавитация в лопастных насосах: понятие, причины возникновения, воздействия на детали и работу насоса. Меры борьбы с возникновением и последствиями кавитации в лопастных насосах. Критический и допустимый кавитационные запасы.

**Тема 6.2** Кавитационные испытания насосов.

## 7. Другие типы насосов и водоподъемников

**Тема 7.1.** Классификация, принцип действия, конструкция и область применения других типов насосов и водоподъемников.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и насосных станциях.</b>				<b>4</b>
	<i>Тема 1.1.</i> Краткий исторический обзор развития машинного водоподъема. <i>Тема 1.2.</i> Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка»,	Лекция № 1 Развитие машинного водоподъема. Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция». Классификация насосов и водоподъемных машин по	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируе мые компетенци и	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во часов
	«насосная станция». <i>Тема 1.3.</i> Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.	различным признакам. Область применения насосов различных типов.			
	Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.	Практическая работа № 1, Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка». Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.	УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / дискуссия	2
2	<b>Раздел 2. Параметры насосов</b>				<b>4</b>
	Тема 2.1. Основные параметры насосов: подача, напор, полезная и потребляемая мощность, коэффициент полезного действия. Тема 2.2. Схемы насосных установок: с положительной и отрицательной высотами всасывания, сифонного типа Приборы для измерения параметров насоса. Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов.	Лекция №2 Основные параметры насосов Схемы насосных установок Приборы для измерения параметров насоса	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)		2
		Практическая работа № . 2 Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов	УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / Дискуссия Решение задач	2
3	<b>Раздел 3. Лопастные насосы</b>				<b>4</b>
	<i>Тема.3.1.</i> Конструкция, маркировка и классификация лопастных насосов.	Лекция № 3 Конструкция, маркировка и классификация лопастных насосов Принцип действия	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
	<i>Тема 3.2.</i> Принцип действия центробежного насоса, планы скоростей на входе и выходе рабочего колеса. <i>Тема 3.3.</i> Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса. Краткая теория осевого насоса	Основное уравнение центробежного насоса. Практическая работа № 3 Принцип действия центробежных насосов. Течение жидкости в каналах рабочего колеса. Вход жидкости на рабочее колесо и выход из него. Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса..	(ПКос-5.1) УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / дискуссия	2
4	<b>Раздел 4.. Характеристики лопастных насосов и трубопровода</b>				<b>6</b>
	<i>Тема 4.1</i> Рабочие, универсальные, безразмерные характеристики насосов. <i>Тема 4.2.</i> Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования режимов работы насосов. Условия пуска лопастных насосов <i>Тема 4.3.</i> Параллельная и последовательная работа насосов	Лекция № 4 Рабочие характеристики насосов. Совместная работа насоса с трубопроводом Параллельная и последовательная работа насосов Практическая работа № 4,5 Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования режимов работы насосов. Условия пуска лопастных насосов. Параллельная и последовательная работа насосов	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1) УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / Дискуссия Решение задач	2 4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируе мые компетенци и	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во часов
5	<b>Раздел 5. Теория подобия лопастных насосов</b>				<b>4</b>
	<i>Тема 5.1</i> Теория подобия лопастных насосов Критерии подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.	Лекция № 5 Теория подобия лопастных насосов Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)		2
Практическая работа № 6 Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности. Обточка рабочего колеса насоса		УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / Дискуссия Решение задач	2	
6	<b>Раздел 6. Кавитация в лопастных насосах</b>				<b>6</b>
	<i>Тема 6.1</i> Кавитация в лопастных насосах.. <i>Тема 6.2</i> Кавитационные испытания насосов..	Лекция № 6 Кавитация в лопастных насосах.. Лекция № 7 Кавитационные испытания насосов..	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)		4
Практическая работа № 7 Кавитация в лопастных насосах: понятие, причины возникновения, воздействия на детали и работу насоса. Меры борьбы с возникновением и последствиями кавитации в лопастных насосах. Критический и допустимый кавитационные запасы		УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)	Опрос / Дискуссия Тестирование	2	
7	<b>Раздел 7. Другие типы насосов и водоподъемников</b>				<b>4</b>
	<i>Тема 7.1.</i> Классификация, принцип действия, конструкция и область применения различных типов насосов..	Лекция № 8 Классификация, принцип действия, конструкция и область применения различных типов насосов..	УК-2 (УК-2.1); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5 (ПКос-5.1)		2
Практическая работа № 8 Классификация, принцип действия, конструкция и область применения объемных, вихревых,		УК-2 (УК-2.2); ПКос-3 (ПКос-3.3); ПКос-5	Опрос / дискуссия	2	

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		шнековых, вибрационных и струйных и других насосов	(ПКос-5.1)		

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
1	<b>1. Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и насосных станциях.</b>		
	<p><i>Тема 1.1.</i> Краткий исторический обзор развития машинного водоподъема.</p> <p><i>Тема 1.2.</i> Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция».</p> <p><i>Тема 1.3.</i> Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.</p>	<p>Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Область применения насосов различных типов.</p> <p><i>(Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))</i></p>	6
2	<b>2. Параметры насосов</b>		
	<p><i>Тема 2.1.</i> Основные параметры насосов: подача, напор, полезная и потребляемая мощность, коэффициент полезного действия.</p> <p><i>Тема 2.2.</i> Схемы насосных установок: с положительной и отрицательной высотами всасывания, сифонного типа</p> <p>Приборы для измерения параметров насоса.</p> <p>Определение требуемого для</p>	<p>Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов для насосной установки сифонного типа.</p> <p><i>(Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))</i></p>	6

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов.		
<b>3</b>	<b>3. Лопастные насосы</b>		
	Тема 3.3. Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса. Краткая теория осевого насоса	Краткая теория осевого насоса (Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))	6
<b>4</b>	<b>4. Характеристики лопастных насосов и трубопровода</b>		
	Тема 4.1 Рабочие, универсальные, безразмерные характеристики насосов	Универсальные характеристики насосов (Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))	5
<b>5</b>	<b>5. Теория подобия лопастных насосов</b>		
	Тема 5.1 Теория подобия лопастных насосов. Критерии подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности	Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности (Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))	6
<b>6</b>	<b>6. Кавитация в лопастных насосах</b>		
	Тема 6.1 Кавитация в лопастных насосах:. Тема 6.2 Кавитационные испытания насосов.	Кавитация в лопастных насосах: понятие, причины возникновения, воздействия на детали и работу насоса. Меры борьбы с возникновением и последствиями кавитации в лопастных насосах. Критический и допустимый кавитационные запасы (Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор	5



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		<i>достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))</i>	
<b>7</b>	<b>7. Другие типы насосов и водоподъемников</b>		
	<b>Тема 7.1.</b> Классификация, принцип действия, конструкция и область применения различных типов насосов..	Классификация, принцип действия, конструкция и область применения вихревых, шнековых, вибрационных и струйных насосов. <i>(Реализуемые компетенции УК-2 (индикатор достижения компетенции УК-2.1, УК-2.2); ПКос-3 (индикатор достижения компетенции ПКос-3.3); ПКос-5 (индикатор достижения компетенции ПКос-5.1))</i>	6

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и насосных станциях	Л	Лекция с заранее запланированными ошибками
2	Параметры насосов	ПЗ	Работа в малых группах
3	Лопастные насосы	Л	Проблемная лекция
4	Лопастные насосы	ПЗ	Работа в малых группах
5	Характеристики лопастных насосов и трубопровода	Л	Лекция с заранее запланированными ошибками
6	Характеристики лопастных насосов и трубопровода	ПЗ	Работа в малых группах
7	Кавитация в лопастных насосах	Л	Лекция с заранее запланированными ошибками

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) **Примерная тематика РГР** – «Определение гидравлических и энергетических параметров насосной установки в различных условиях ее работы»

## **2. Примерные вопросы к дискуссии по дисциплине**

**Тема 1.2.** Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция.

-каким требованиям должны удовлетворять насосы?

-что входит в состав насосной установки

**Тема.2.1.** Основные параметры насосов: подача, напор, полезная и потребляемая мощность, коэффициент полезного действия.

-в каких единицах измеряется подача насосов?

-почему напор насосов измеряется в метрах?

**Тема 2.2** Схемы насосных установок: с положительной и отрицательной высотами всасывания, сифонного типа Приборы для измерения параметров насоса. Определение требуемого для подачи воды напора насоса и напора по показаниям измерительных приборов.

- почему насосная установка, у которой уровни воды в нижнем и верхнем бьефе ниже отметки оси насоса называется сифонной?

**Тема.3.1.** Конструкция, маркировка и классификация лопастных насосов.

Конструкция центробежных, диагональных и осевых насосов, назначение основных узлов и деталей маркировка. Классификация лопастных насосов.

-в чем заключается сходство и различие насосов типа Д и типа К?

**Тема 3.2.** Принцип действия центробежного насоса.

-когда более важной характеристикой лопастного насоса является развиваемое давление, а не напор

**Тема 4.1.** Характеристики лопастных насосов и трубопровода.

- для чего нужны универсальные характеристики насосов

**Тема 4.2.**

Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования режимов работы насосов. Условия пуска лопастных насосов.

- какой способ регулирования работы насосов целесообразно использовать на крупных насосах?

**Тема 4.3.** Параллельная и последовательная работа насосов.

-для каких целей применяют параллельную работу насосов, и какие факторы при этом надо учитывать?

-с какой целью лопастные насосы подключаются последовательно, и какие факторы при этом необходимо учитывать?

**Тема 5.1.** Теория подобия лопастных насосов. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Критерии подобия. Практическое использование теории подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов. Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.

-для каких целей на практике используется теория подобия лопастных насосов.

**Тема 6.1.** Кавитация в лопастных насосах

-в каких случаях в насосах возникают кавитационные процессы?

### **3. Примеры тестов для текущего и промежуточного контроля знаний по дисциплине Насосные установки**

#### **1. Из каких составных частей состоит насосная установка**

- а) насоса, запорной арматуры;*
- б) насоса, всасывающего и напорного трубопровода;*
- в) насоса, всасывающего и напорного трубопровода с арматурой;*
- г) насосного агрегата, всасывающего и напорного трубопровода с арматурой и измерительными приборами.*

#### **2. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?**

- а) в паскалях;*
- б) в джоулях;*
- в) в барах;*
- г) в стоках.*

#### **3. Какое давление обычно показывает манометр?**

- а) абсолютное;*
- б) избыточное;*
- в) атмосферное;*
- г) давление вакуума.*

#### **4. Расход потока обозначается латинской буквой**

- а) Q;*
- б) V;*
- в) P;*
- г) H.*

#### **5. Мощность, которая передается от двигателя к валу насоса называется**

- а) полезная мощность;*
- б) подведенная мощность;*
- в) гидравлическая мощность;*
- г) механическая мощность.*

#### **6. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением называется**

- а) подведенная мощность;*
- б) полезная мощность;*
- в) гидравлическая мощность;*
- г) механическая мощность.*

#### **7. Геометрическая высота всасывания**

- а) расстояние по вертикали от уровня воды в водоисточнике до уровня воды водоприемнике*
- б) расстояние по вертикали от уровня воды в водоисточнике до оси насоса*
- в) расстояние по вертикали от уровня воды водоприемнике до оси насоса*
- г) расстояние по вертикали от оси насоса до уровня воды в водоисточнике*

### **8. геометрическая высота нагнетания**

- а) расстояние по вертикали от уровня воды в водоисточнике до уровня воды в водоприемнике
- б) *расстояние по вертикали от уровня воды в водоисточнике до оси насоса*
- в) *расстояние по вертикали от уровня воды в водоприемнике до оси насоса*
- г) *расстояние по вертикали от оси насоса до уровня воды в водоисточнике*
- д) *расстояние по вертикали от оси насоса до уровня воды в водоприемнике*

### **9. Геометрическая высота подъема**

- а) *расстояние по вертикали от уровня воды в водоприемнике до уровня воды в водоисточнике*
- б) *расстояние по вертикали от уровня воды в водоисточнике до оси насоса*
- в) *расстояние по вертикали от уровня воды в водоприемнике до оси насоса*
- г) *расстояние по вертикали от оси насоса до уровня воды в водоисточнике*
- д) *расстояние по вертикали от оси насоса до уровня воды в водоприемнике*

### **10. Гидравлическими машинами называют**

- а) *машины, вырабатывающие энергию и сообщаемые ее жидкости;*
- б) *машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;*
- в) *машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;*
- г) *машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.*

### **11. Осевые насосы, в которых положение лопастей рабочего колеса не изменяется называется**

- а) *стационарно-лопастным;*
- б) *неповоротно-лопастным;*
- в) *жестколопастным;*
- г) *жестковинтовым.*

### **12. В поворотном-лопастных насосах поворотом лопастей регулируется**

- а) *пульсацию жидкости на выходе из насоса;*
- б) *скорость вращения лопастей;*
- в) *направление подачи жидкости;*
- г) *подача жидкости.*

### **13. Объемный КПД насоса отражает потери мощности, связанные**

- а) *с внутренними перетоками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;*
- б) *с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;*
- в) *с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки проточной части;*
- г) *с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.*

### **14. Механический КПД насоса отражает потери мощности, связанные**

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;*
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;*
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;*
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.*

**15. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные**

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;*
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;*
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;*
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.*

**16. Характеристикой насоса называется**

- а) зависимость изменения давления и расхода при изменении частоты вращения вала;*
- б) его геометрические характеристики;*
- в) его технические характеристики: номинальное давление, расход и частота вращения вала, КПД;*
- г) зависимость напора, мощности и КПД насоса от его подачи при постоянной частоте вращения вала.*

**17. Точка пересечения кривой потребного напора с характеристикой насоса называется**

- а) точкой оптимальной работы;*
- б) рабочей точкой;*
- в) точкой подачи;*
- г) точкой напора.*

**18. Характеристика последовательного соединения нескольких трубопроводов определяется**

- а) пересечением характеристики насоса с кривой потребного напора;*
- б) сложением абсцисс характеристик каждого трубопровода;*
- в) умножением ординат характеристик каждого трубопровода на общий расход жидкости;*
- г) сложением ординат характеристик каждого трубопровода.*

**19. Назовите способы регулирования режима работы центробежного насоса, не приводящие к снижению КПД.**

- а) обточки рабочего колеса;*
- б) дросселирования;*
- в) изменение частоты вращения;*
- г) изменения угла установки лопастей.*

#### 4 Примерные задачи по дисциплине Насосные установки

##### Раздел 2. Параметры насосов.

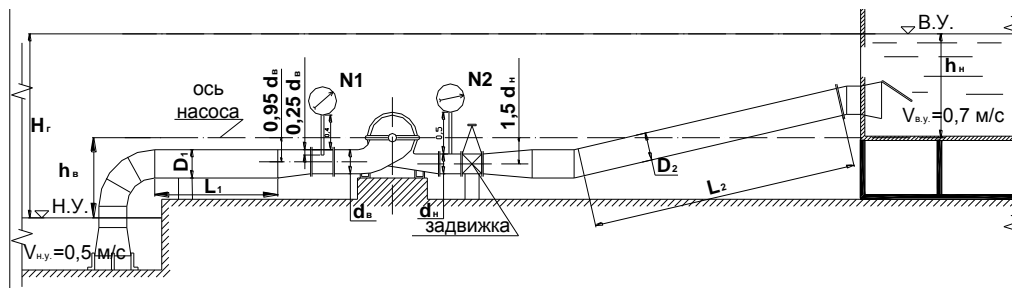
###### Задача:

Вода забирается насосом из водоисточника и подается по стальным трубопроводам в водоприемник согласно приведенной ниже схемы.

Требуется определить необходимый для подачи воды напор насоса

Исходные данные:

- подаваемый расход  $Q = 0,9 \text{ м}^3/\text{с}$
- геодезическая высота подъема  $H_2 = 52 \text{ м}$ ;
- диаметр и длина всасывающего трубопровода  $D_1 = 1 \text{ м}$ ,  $L_1 = 35 \text{ м}$ ;
- диаметр и длина напорного трубопровода  $D_2 = 0,9 \text{ м}$ ,  $L_2 = 400 \text{ м}$ ;
- местные потери напора принять соответственно во всасывающем и напорном трубопроводе равными  $h_{\text{м.м}}^{\text{BC}} = 0,27 \text{ м}$ ,  $h_{\text{м.м}}^{\text{HA}} = 0,31 \text{ м}$ ;
- потери напора по длине рассчитать по формуле  $AQ^2L$
- удельное сопротивление трубопровода  $A$  всасывающего и напорного принять соответственно равными  $A^{\text{BC}} = 0,017$ ,  $A^{\text{HA}} = 0,03$ ;



Ответ  $H = 53,61 \text{ м}$ .

##### Раздел 4. Характеристики лопастных насосов и трубопровода

###### Задача 1

1. Вода подается по системе стальных трубопроводов диаметром =  $500 \text{ мм}$ , длиной =  $900 \text{ м}$  на высоту  $26 \text{ м}$ . Требуется построить характеристику трубопровода  $H_{\text{тр}} = f(Q)$ . Потери напора по длине трубопровода рассчитать по формуле  $AQ^2L$ , удельное сопротивление трубопровода  $A$  принять равными  $A = 0,0578 \text{ с}^2/\text{м}^6$ . Местные потери напора  $h_{\text{м.м}}$  в трубопроводе принять равными  $10\%$  от потерь по длине;

Характеристика трубопровода

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
$H_{\text{тр}}, \text{ м}$	26,0	26,14	26,57	27,29	28,29	29,58	31,15	33,04	35,16

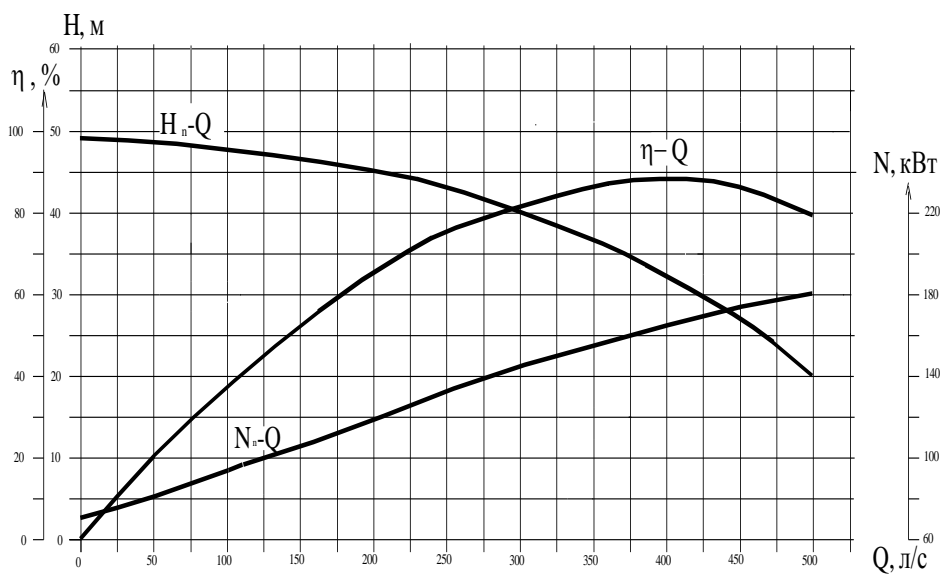
###### Задача 2

2. Вода забирается центробежным насосом марки  $D-1000-40$  ( $14\text{НДс}$ ),  $n = 980 \text{ об/мин}$  из водоисточника и подается по стальным трубопроводам в водоприемник. Характеристика насоса приведена ниже.

Требуется определить режим работы насоса и соответствующую ему подачу, напор, мощность и КПД.

Исходные данные:

- геодезическая высота подъема  $H_2 = 26\text{м}$ ;
- диаметр и длина трубопровода  $D_1 = 0,5\text{м}$ ,  $L = 900\text{м}$ ;
- - потери напора по длине рассчитать по формуле  $AQ^2L$
- удельное сопротивление трубопровода  $A$  принять равными  $A = 0,0578\text{с}^2/\text{м}^6$ ;
- местные потери напора  $h_{\text{т.м}}$  в трубопроводе принять равными 10% от потерь по длине;

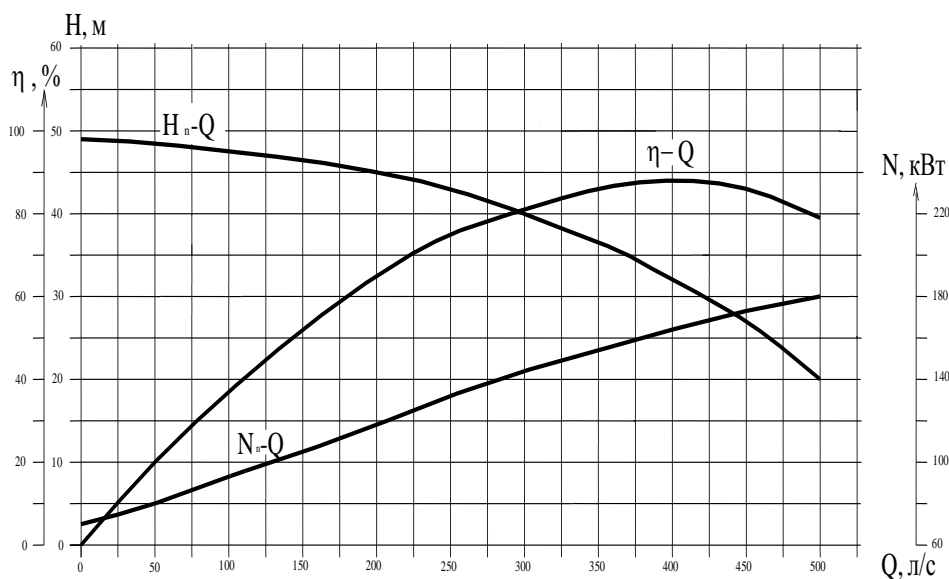


**Характеристика насоса Д-1000 - 40 (14НДс),  $n = 980$  об/мин**

Ответ:  $Q = 380\text{л/с}$ ,  $H = 43\text{м}$

## Раздел 5. Теория подобия лопастных насосов

**Задача:**



### **Характеристика насоса Д–1000 - 40 (14НДс), $n = 980$ об/мин**

Определить необходимую частоту вращения  $n_x$  вала насоса Д–1000 - 40 (14НДс),  $n = 980$  об/мин, характеристика которого приведена на рисунке с тем, чтобы при новой частоте насос удовлетворял рабочим значениям напора  $H_{раб} = 33$  м и подаче  $Q_{раб} = 350$  л/с..

Ответ:  $n_x = 941$  об/мин

#### **4. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине Насосные установки**

1. Понятия: «насос», «насосный агрегат», «насосная установка», «насосная станция».
2. Классификация насосов и водоподъемных машин по различным признакам. Области применения насосов различных типов.
3. Классификация лопастных насосов и их маркировка. Область применения насосов по подаче и напору.
4. Основные энергетические параметры насоса: подача, напор, полезная и потребляемая мощности, коэффициент полезного действия.
5. Схемы насосных установок. Геодезическая высота подъема, геометрические высоты всасывания и нагнетания. Приборы для измерения давления.
6. Схема насосной установки с положительной высотой всасывания. Определение напора насоса по показаниям измерительных приборов.
7. Схема насосной установки с отрицательной высотой всасывания. Определение напора насоса по показаниям измерительных приборов.
8. Схема насосной установки сифонного типа. Определение напора насоса по показаниям измерительных приборов.
9. Центробежные консольные насосы: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.
10. Центробежные насосы с двусторонним входом в рабочее колесо: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.
11. Центробежные многоступенчатые секционные насосы: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.
12. Центробежные многоступенчатые насосы с осевым разъемом корпуса: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.
13. Центробежные фекальные насосы: назначение, область применения, конструкция, достоинства и недостатки.
14. Центробежные вертикальные насосы: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.
15. Осевые насосы с жесткозакрепленными и поворотными лопастями: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.



16. Диагональные насосы: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.

17. Скважинные насосы с трансмиссионным валом и с погружным электродвигателем: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, маркировка.

18. Водокольцевые вакуумные насосы: назначение, конструкция, принцип действия.

19. Вихревые насосы: область применения, конструкция, принцип действия.

20. Струйные насосы: область применения, конструкция, достоинства и недостатки, принцип действия.

21. Воздушные водоподъемники: область применения, принцип действия, достоинства и недостатки.

22. Поршневые и плунжерные насосы: область применения, конструкция, принцип действия, достоинства и недостатки.

23. Осевая нагрузка: причины возникновения, способы уравнивания осевых усилий у различных типов насосов.

24. Принцип действия центробежного насоса. Течение жидкости в каналах рабочего колеса при бесконечном и конечном числе лопастей.

25. Планы скоростей движения жидкости при входе на лопасти и при выходе из рабочего колеса при бесконечном и конечном числе лопастей.

26. Основное уравнение центробежного насоса (уравнение Эйлера). Вывод формулы теоретического напора  $H_{T\infty}$  рабочего колеса с бесконечно большим числом лопастей.

27. Теоретический напор  $H_T$  центробежного насоса с конечным числом лопастей. Связь между величинами  $H_{T\infty}$  и  $H_T$ .

28. Влияние угла установки лопастей  $\beta_{2\text{лоп}}$  на напор колеса центробежного насоса.

29. Потери в рабочих органах и коэффициенты полезного действия ц.б. насоса: объемный, гидравлические, механические, полный.

30. Краткая теория основного насоса. Течение жидкости в рабочем колесе и выправляющем аппарате. Теоретический и действительный напоры осевого насоса.

31. Теория подобия лопастных насосов: геометрическое, кинематическое и динамическое подобие: основные критерии подобия лопастных насосов.

32. Коэффициент быстроходности лопастных насосов  $n_s$ : понятие, вывод формулы. Классификация лопастных насосов в зависимости от коэффициента быстроходности.

33. Кавитация в лопастных насосах: понятие, причины возникновения, воздействия на детали и работу насоса. Кавитационная эрозия. Мера борьбы с последствиями кавитации в лопастных насосах. Кавитационный запас  $\Delta h$ .

34. Кавитационные испытания лопастных насосов: цель испытания, схема установки, измерительная аппаратура, методика проведения испытаний. Критические и допустимые кавитационные запасы:  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_2$ ,  $\Delta h_{кр}$ ,  $\Delta h_{доп}$ .

35. Характеристик лопастных насосов: виды и особенности характеристик ц.б. и осевых насосов. Зависимость характеристик насосов от быстроходности. Рабочая область на характеристике насоса. Условие пуска лопастных насосов.

36. Совместная работа насоса с трубопроводом. Характеристика трубопровода  $H_{тр} - Q$ . Рабочая точка.

37. Параллельная работа лопастных насосов с одинаковыми напорными характеристиками: схема соединения, условия применения, построение суммарной напорной характеристики. Определение общей рабочей точки и рабочих точек каждого насоса.

38. Параллельная работа лопастных насосов с различными напорными характеристиками: схема соединения, условия применения, построение суммарной рабочей характеристики. Определение общей рабочей точки и рабочих точек каждого насоса.

39. Последовательная работа лопастных насосов: схема соединения, условия применения, построение суммарной напорной характеристики.

40. Параметрические испытания лопастных насосов: цель испытаний, схема установки, измерительная аппаратура, методика проведения испытаний.

41. Способы регулирования работы лопастных насосов. Преимущества и недостатки

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине **Насосные установки** применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов - **зачёт**.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов используются следующие критерии выставления «зачтено» или «не зачтено».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1 Али М.С., Бегляров Д.С. Насосы и насосные станции.// Учебник. М.: РГАУ-МСХА, 2015. -340 с.,

2- Чебаевский В.Ф., Вишневский Кондратьев В.В. и др.: //Насосы и насосные станции: М.: Агропромиздат, 1989.-416с.

3. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-2157-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76272>

## 7.2 Дополнительная литература

1- Бегляров Д.С., Али М.С., и др. // Гидротехнические узлы сооружений насосных станций. Учебное пособие . М.: МГУП, 2005. 128с.,

2-Бегляров Д.С., Али М.С., и др. // Гидромашины. /Учебное пособие. М.: МГУП, 2004. 98с.,

3-Бегляров Д.С, Козлов Д. В., Али М.С.и др. // Гидромашины. Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений. М.: МГУП, 2008. 186с.,

## 7.3 Нормативные правовые акты

1- СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

2- СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения

3- СП 66.13330.2011 Проектирование и строительство напорных сетей водоснабжения и водоотведения.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1.- Электронный каталог Научно-Технической Библиотеки Кафедры с/х водоснабжения и водоотведения РГАУ-МСХА (<http://isvov.ru>) (свободный доступ)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) Справочная правовая система «КонсультантПлюс».

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Параметры насосов, Лопастные насосы Характеристики лопастных насосов и трубопровода Теория подобия лопастных насосов Кавитация в лопастных насосах Другие типы насосов и водоподъемников	Автокад	Графическая	Autodesk	2011
2	Введение, общие сведения о насосах, насосных установках и	Microsoft Office	Расчетная, работа с	Microsoft	2010

насосных станциях., Параметры насосов Лопастные насосы Характеристики лопастных насосов и трубопровода Теория подобия лопастных насосов Кавитация в лопастных насосах Другие типы насосов и водоподъемников		таблицами		
--	--	-----------	--	--

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
29/130	1. Лабораторный стенд «Насосная установка 1» 2 шт. (Инв.№ 410124000602775 ) 2. Лабораторный стенд «Насосная установка 2» 2 шт. (Инв.№ 410134000000156 ) 3.Лабораторный стенд «Насосная установка 3» 1 шт. (Инв.№ 410134000000157 ) 4.Лабораторный стенд «Насосная установка 4» 1 шт. (Инв.№ 410134000000697 ) 5. Парты 12 шт. 6. Доска меловая 1 шт. 7. Макет – 3 шт. ( инв. №№ 410138000000226, 410138000000227, 410138000000228 ) 8. Компьютеры - 7 шт (инв. №№ 210134000000298, 210134000000299, 210134000000300, 210134000000301, 210134000000302, 210134000000303, 210134000000304 )
29/244	1. Парты - 20 шт. 2. Доска меловая - 1 шт. 3. Информационные стенды - 28 шт
Библиотека, читальный зал: корпус 29, 1-ый этаж, читальный зал Библиотека имени Н.И. Железнова, Лиственничная аллея, д. 2к1.	
Общежития Комнаты для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – научить студента эффективным приемам работы, помочь перейти от деятельности, выполняемой под

руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем.

### **Задачи методических рекомендаций.**

#### **Научить студента:**

- рациональным приемам работы при изучении материала и подготовке и к сдаче зачета;
- эффективно использовать консультации преподавателя;
- применять критерии оценки самооценки при изучении материала;
- результативно работать с литературой;

Основными формами обучения студентов являются лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа, и консультации.

#### ***Общие правила и приемы конспектирования лекций***

1. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

2. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки.

3. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

4. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

5. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

6. Прослушанную лекцию необходимо незамедлительно проработать, что значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

### **Методические рекомендации по работе с литературой**

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины насосные установки, определяется программой курса и другими методическими рекомендациями.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные и методические пособия, научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному

предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными рабочей программой и требованиями дидактики.

При работе с литературой рекомендуется:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали.
- провести критический разбор текста с последующим конспектированием.
- ответить после прочтения на вопросы, подготовленные к тексту.

Немаловажную роль играют записи, сделанные в процессе чтения материала. Они являются серьезным подспорьем в подготовке к зачету, т.к. позволяют включать глубинную память и воспроизводить содержание ранее прочитанной книги.

Существует три основных способа записи:

а) запись интересных, важных для запоминания или последующего использования положений и фактов;

б) последовательная запись мыслей автора, по разделам, главам, параграфам книги. Такая запись требует творческой переработки прочитанного, что способствует прочному усвоению содержания книги;

в) краткое изложение прочитанного: содержание страниц укладывается в несколько фраз, содержание глав - в несколько страниц связного текста. Этот вид записи проще, ближе к первоисточнику, но при этом творческая мысль читателя пассивнее, а поэтому усвоение материала слабее

Важной составляющей научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к этому списку.

**Консультации** являются эффективными формами обучения. Они используются для оказания помощи студентам при подготовке к текущей и итоговой аттестации, лекциям, практическим и лабораторным занятиям, а также индивидуальной работы преподавателя со студентами, желающими углубленно изучить материал.

**Основные рекомендации для организации самостоятельной работы:**

- перед изучением новой темы пройдите «входной контроль», что позволит выявить и устранить пробелы в знаниях;
- при ознакомлении с новым разделом материала определите на решение, каких задач он направлен в теоретическом и практическом плане, на какие профессиональных компетентности обращен, с какими разделами предыдущего материала связан;
- систематически прорабатывайте материал аудиторных занятий (по конспектам учебной и научной литературе), выполняйте домашние задания, расчетно-графические работы и упражнения, готовьте доклады для

выступлений на семинарах и практических занятиях, тематических дискуссиях и деловых играх;

- регулярно проводите текущий самоконтроль пройденного материала, применяя для этого вопросы и тесты;

- используйте консультации преподавателя для получения разъяснений по сложным разделам материала и текущего контроля знаний;

- используйте кафедральные методические указания по выполнению самостоятельных домашних заданий, расчетно-графических работ и упражнений;

При изучении дисциплины Насосные установки необходимо пользоваться рекомендованной кафедрой основной и вспомогательной литературой, задействовать интернет-ресурсы: - сайты производителей насосов, двигателей и другого гидромеханического оборудования, а также проектных и исследовательских организаций. Ответить на вопросы самоконтроля, приведенные в конце каждого раздела и на тесты

### ***Виды и формы отработки пропущенных занятий***

Студент, пропустивший занятия, обязан ознакомиться с теоретическим материалом по теме пропущенного занятия; предварительно выполнив пропущенный расчет, прийти на консультацию к преподавателю для проверки правильности выполненного расчета.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

### **1. Лекции**

Используются следующие методы, средства и формы обучения:

**1. Методы обучения.** В процессе чтения лекции необходимо привлекать студентов активно принимать участие в усвоении и понимании материала, задавая вопросы и комментируя ответы студентов.

**а) по характеру познавательной деятельности:**

- репродуктивный,
- проблемный.

**б) по источнику знаний:**

- словесный,
- наглядный (схемы, рисунки, модели, презентации).

**Контроль усвоения** осуществляется путем проведения зачета.

### **2. Практические занятия**

Практические занятия по дисциплине Насосные установки направлены на формирование у студента профессиональных компетенций, включая приобретения знаний, навыков и умений в проектно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности.

Практические занятия, целью которых является закрепление и углубление знаний, полученных в лекционном курсе, целесообразно проводить



также с использованием элементов проблемного метода обучения. При использовании этого метода преподаватель, в ходе изложения материала, ставит проблему, формулирует познавательную задачу, а затем, совместно со студентами раскрывает систему доказательств, сравнивает различные точки зрения и подходы, показывает способ решения поставленной задачи. Путем постановки тщательно продуманной системы вопросов подводит студентов к пониманию нового материала или проверяет усвоение ими уже изученного. Вопросы должны быть краткими, четкими, содержательными, сформулированными так, чтобы заставляли студента думать. Не следует ставить двойных, подсказывающих вопросов или наталкивающих на угадывание ответа. Также не следует формулировать альтернативных вопросов, требующих однозначных ответов типа “да” или “нет”. Например, при рассмотрении вопроса о местоположении здания насосной станции вдоль трассы водоподачи, преподаватель ставит перед студентами познавательную задачу – «Какие факторы следует учитывать при определении местоположения здания насосной станции?». Затем сравнивает различные варианты местоположения здания (вблизи водоисточника, вблизи водоприемника или между ними), путем постановки тщательно продуманной системы вопросов подводит их к пониманию факторов, влияющих на решения поставленной задачи.

Репродуктивный метод проведения занятия, суть которого состоит в изучении материала на основе образца или правила и носит алгоритмический характер, т.е. выполняется по инструкциям, предписаниям, правилам, следует использовать только при изложении материала, имеющего справочный характер. Однако и в последнем случае следует обратить внимание студентов на физическую природу явления той или иной рекомендации, величины норматива, коэффициента и др.

Желательно добиться, чтобы на практических занятиях студенты имели конкретный учебник или пособие, где содержится материал данного занятия. В ходе занятия, после объяснения преподавателя, целесообразно попросить студентов внимательно ознакомиться с иллюстрациями, поясняющими конструкцию реального насоса, насосной станции, после чего, задавая соответствующие вопросы, выяснить, как усвоен материал. Опыт применения подобной методики показывает, что студенты часто не дают себе труда внимательно разобраться не только в деталях конструкции, но даже и в принципе её работы. Полезным, оказывается дать задание студентам найти в учебнике ответ на конкретный вопрос. Работа с книгой в аудитории в известной степени избавляет многих студентов от «книгобоязни», даёт определённый навык чтения чертежей.

Преподаватель оценивает ответы студента и проставляет результат защиты в форме зачета – зачтено / незачтено.

**Программу разработала:**

Сушко В.В., доцент, к.т.н.



---

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Насосные установки**  
**ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство, направленность,**  
**Промышленное и гражданское строительство, Гидротехническое**  
**строительство, Экспертиза и управление недвижимостью, (квалификация**  
**выпускника – бакалавр)**

Пчелкиным Виктором Владимировичем, профессором кафедры мелиорации и рекультивации земель, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **Насосные установки ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство, направленность Промышленное и гражданское строительство, Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление недвижимостью, (бакалавриат)** разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций (разработчик – Сушко В.В., доцент, к.т.н.)

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины **Насосные установки** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению **08.03.01 Строительство**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.ДВ.02.03

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления **08.03.01 Строительство**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной **Насосные установки** закреплено 3 **компетенции**. Дисциплина **Насосные установки** и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях **знать, уметь, владеть** соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины **Насосные установки** составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **Насосные установки** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **08.03.01**

**Строительство** и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области гидравлики, математики в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины **Насосные установки** предполагает 7 занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **08.03.01 Строительство**

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (проблемные лекции, опросы, дискуссии, тестирование и т.д.), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.ДВ.02.03 ФГОС направления **08.03.01 Строительство**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, периодическими изданиями – 0 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 0 источника и соответствует требованиям ФГОС направления **08.03.01 Строительство**

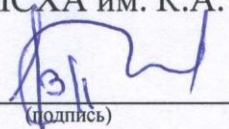
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **Насосные установки** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **Насосные установки**.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины Насосные установки ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство, направленность Промышленное и гражданское строительство, Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление недвижимостью (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Сушко В.В. доцентом, к.т.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

**Рецензент:** Пчелкин В.В., профессор кафедры мелиорации и рекультивации земель ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»,  
доктор технических наук



(подпись)

« 24 » 02 2020г.