


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра транспортно-технологических машин и основ конструирования

УТВЕРЖДЕНА  
решением учебно-методического совета  
университета  
(протокол от 22 июня 2023 г. № 10)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
 С.В. Соловьёв  
«22» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **ГИДРАВЛИКА**

Направление подготовки – 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) – Электрооборудование и электротехнологии

Квалификация – бакалавр

Мичуринск, 2023 г.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Гидравлика» является подготовка специалистов, обладающих научно-практическими навыками в области эффективной реализации механизированных и автоматизированных производственных процессов в сельском хозяйстве.

Освоение дисциплины предусматривает: знания основных физических свойств жидкости и газа; приобретение студентами навыков, основных методов и средств расчёта трубопроводных систем и проточных частей (магистралей) гидравлических машин и устройств; изучение общих законов механики жидкости и газа в элементах водоснабжения предприятий, освоение принципов классификации гидро- и пневмоустройств, принципа работы гидравлических и пневматических систем и области их применения.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части Блока 1. Курс базируется на общенаучных и общетехнических дисциплинах.

Для освоения дисциплины «Гидравлика» обучающиеся используют знания, умения, навыки, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Физика», «Начертательная геометрия и инженерная графика» и «Математика».

Освоение дисциплины «Гидравлика» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин: «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Подъемно-транспортные машины» и «Технология ремонта машин».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование:

*универсальной компетенции*

(УК – 2) способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

*Общепрофессиональных компетенций*

(ОПК – 1) способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

(ОПК - 5) способность участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
Категория универсальных компетенций - Разработка реализации проектов					
УК-2. Способен определять круг задач в	ИД-1УК-2 Формулирует в рамках поставленной	Не может формировать в рамках поставленной	Не достаточно четко может формировать в рамках	В достаточной степени может формировать в рамках	Отлично формирует в рамках поставленной

рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач
	ИД-2УК-2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Не может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Не достаточно четко может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	В достаточной степени может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Успешно может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	ИД-3УК-2 Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Не может решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Не достаточно четко может решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	В достаточной степени может решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Успешно может решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время
	ИД-4УК-2 Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Не может публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта	Не достаточно четко может публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта	В достаточной степени может публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта	Успешно может публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта
ОПК-1. Способен решать типовые	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы	Не может использовать основные законы	Слабо использует основные законы	Хорошо использует основные законы	Успешно использует основные законы

задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности
ОПК – 5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Участвует в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Не может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Слабо может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Хорошо может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Успешно может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- методику решения инженерных задач с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики;
- основные методики выбора материалов и способов их обработки для получения заданных свойств, обеспечивающих работоспособность гидравлических систем;
- основы применения технических средств автоматики и автоматизации процессов в области гидравлики;
- методы и способы профессиональной эксплуатации машин и гидравлического оборудования, элементов гидропривода и вспомогательных устройств;
- систему современных методов монтажа, наладки гидравлических машин и установок, поддержания режимов электрифицированных и автоматизированных технологических процессов.

**Уметь:**

- использовать основные законы механики жидкостей и газов для решения задач по проектированию и эксплуатации гидро- и пневмосистем транспортно-технологической инфраструктуры;
- классифицировать основные типы гидро- и пневмомашин и применять основные методики выбора материалов и способов их обработки с целью обеспечения работоспособности гидравлических систем;
- применять технические средства автоматики и автоматизации гидромеханических процессов, составлять схемы и осуществлять расчет и выбор элементов гидро-, пневмотранспорта;

- применять методы профессиональной эксплуатации машин и гидравлического оборудования и элементов гидропривода;
- осуществлять монтаж и наладку гидравлических машин и установок и обеспечивать работу средств автоматизации гидромеханических процессов.

**Владеть:**

- методикой применения основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики с целью решения инженерных задач и проектирования трубопроводных систем и элементов гидро- и пневмомашин машин;
- методикой выбора материалов и способов их обработки, обеспечивающих работоспособность гидравлических систем;
- основами применения технических средств автоматики и автоматизации технологических процессов в области гидравлики;
- методикой выбора элементов гидравлического оборудования, гидропривода и вспомогательных устройств с целью профессиональной эксплуатации машин и установок;
- современными методами монтажа, наладки электрифицированных и автоматизированных средств машин и установок, трубопроводных, гидро- и пневмосистем.

### **3.1 Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Компетенции			Общее количество компетенций
	УК-2	ОПК-1	ОПК-5	
Раздел 1. Гидростатика	+	+	+	3
Раздел 2. Гидродинамика	+	+	+	3
Раздел 3. Гидравлические и пневматические системы	+	+	+	3
Итого:	3	3	3	9

### **4. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

#### **4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Дисциплина «Гидравлика» реализуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ, расчётно-графической (контрольной) работы, самостоятельной работы обучающихся.

В приведенной ниже таблице приводится число часов для изучения курса дисциплины.

Вид занятий	Количество ак. часов	
	по очной форме обучения 5 семестр	по заочной форме обучения 3 курс
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	20
лекции	16	6

практические	16	8
лабораторные	16	6
Самостоятельная работа, в т.ч.	24	79
контрольная работа	-	6
реферат	3	3
расчетно-графическая работа	13	-
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	8	70
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

## 4.2 Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Количество ак. часов		Формируемые компетенции
		по очной форме обучения 5 семестр	по заочной форме обучения 3 курс	
<b>Раздел 1 Гидростатика</b>				
1.1	Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.2	Силы, действующие в жидкостях. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.3	Основы кинематики	0,5	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.4	Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Модель идеальной (невязкой) жидкости	0,5	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.5	Общая интегральная форма уравнений количества движения	1	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.6	Виды движения, основные гидравлические параметры потока Подобие гидромеханических процессов	1	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.7	Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	1	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.8	Режимы движения жидкости	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
1.9	Турбулентность и ее основные статистические характеристики Кавитация	1	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
<b>Раздел 2 Гидродинамика</b>				
2.1	Использование ПК в проектировании	1	0,5	УК-2; ОПК-1;

	гидромеханических систем. Рабочие жидкости и газы			ОПК-5
2.2	Определение потерь напора. Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
2.3	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов. Гидравлический удар	1	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы				
3.1	Гидравлические машины и передачи	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3.2	Гидропневмоприводы. Вспомогательные устройства	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3.3	Гидро- и пневмотранспорт	1	-	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3.4	Принципы действия объемных гидропередач. Основные элементы гидропередач	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3.5	Составление схем гидравлических и пневматических передач. Основы водоснабжения и гидромелиорации	1	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Итого		16	6	-

### 4.3 Лабораторные работы

№ темы	Наименование лабораторных работ	Количество ак. часов		Формируемые компетенции
		по очной форме обучения 5 семестр	по заочной форме обучения 3 курс	
Раздел 1 Гидростатика				
1	Свойства жидкостей. Измерительные устройства, приборы	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
2	Измерение скорости и исследование режимов движения жидкостей	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3	Гидравлические потери при движении вязкой жидкости	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Раздел 2 Гидродинамика				
4	Истечение жидкости через отверстия и различные типы насадков	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
5	Кавитация в потоке жидкости	2	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы				
6	Исследование работы центробежного насоса	2	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
7	Изучение принципа действия гидро- и пневмоприводов	2	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5

8	Силовые гидроцилиндры. Их виды и устройство	2	0,5	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Итого		16	6	-

#### 4.4 Практические занятия

№ темы	Наименование занятия	Количество ак. часов		Формируемые компетенции
		по очной форме обучения 5 семестр	по заочной форме обучения 3 курс	
Раздел 1 Гидростатика				
1	Определение механических характеристик жидкостей	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
2	Решение задач на общие законы и уравнения гидростатики	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
3	Определение характеристик жидкостей при постоянном и переменном напоре. Гидравлические сопротивления	4	2	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
4	Исследование режимов движения жидкости	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Раздел 2 Гидродинамика				
5	Применение уравнения Бернулли	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
6	Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Гидравлический удар	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы				
7	Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы	2	1	УК-2; ОПК-1; ОПК-5
Итого		16	8	-

Перечень методических указаний по выполнению лабораторных работ и практических занятий дисциплины:

1. Расчет простого трубопровода на гидравлический удар: Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Гидравлика» / Составитель М.С. Колдин / ФГОУ ВПО «МичГАУ», Мичуринск, 2013, - 23 с.

2. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гидравлика» // М.С. Колдин, А.А. Игнатов для студентов 3-го курса очной и заочной форм обучения.



#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины	№ темы	Вид самостоятельной работы	Объем ак. часов	
			по очной форме обучения 5 семестр	по заочной форме обучения 3 курс
Раздел 1 Гидростатика	1	Вводные сведения	2	5
	2	Основные физические свойства жидкостей и газов	2	8
	3	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	2	8
	4	Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия	2	6
	5	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	2	8
	6	Режимы движения жидкости. Турбулентность и ее основные статистические характеристики	2	8
Раздел 2 Гидродинамика	7	Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы	2	6
	8	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов. Гидравлический удар	2	6
	9	Насосы и гидромоторы. Типы насосов. Их устройство и область применения. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы	4	10
Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы	10	Гидрораспределители. Золотниковые гидрораспределители. Крановые гидрораспределители. Клапанные гидрораспределители	2	8
	11	Основы сельскохозяйственного водоснабжения и гидромелиорации	2	6
Итого самостоятельная работа			24	79
Контроль			36	9

#### 4.6 Выполнение расчетно-графической (очная форма) и контрольной (заочная форма) работы

Целью расчетно-графической (контрольной) работы является закрепление и углубление знаний обучающимися по разделам *Гидродинамика* и *Гидравлические и пневматические системы*. Приступать к выполнению расчетно-графической (контрольной) работы необходимо после изучения материала по методическим указаниям и литературным источникам, убедившись путем ответов на вопросы для самопроверки,

что материал темы усвоен.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения и содержат материал для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Гидравлика» на тему «Расчет простого трубопровода на гидравлический удар» //Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Гидравлика» / Составитель М.С. Колдин / ФГОУ ВПО «МичГАУ», Мичуринск, 2015, - 23 с.

Данные методические указания, включающие в себя краткий теоретический материал, пример расчета, и варианты заданий расчетно-графической работы позволят студентам повысить уровень самоподготовки и овладеть материалом дисциплины по следующим компетенциям УК-2; ОПК-1; ОПК-5.

Работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки на листах бумаги формата А4.

Содержание расчетно-графической (контрольной) работы. Структура работы включает в себя следующие основные элементы в порядке их расположения:

- титульный лист;
- содержание;
- исходные данные для расчета (согласно варианта);
- основная часть (расчет);
- оформление результатов;
- ответы на контрольные вопросы.

*Титульный лист* должен содержать сведения об образовательном учреждении, институте и кафедре, где выполнена контрольная работа и информация об обучающемся, выполнившего контрольное задание.

*Исходные данные*, характеристики жидкости и материалов труб выбираются соответственно по таблицам А.1, А.2, А.3 «ПРИЛОЖЕНИЯ», согласно номеру варианта, выданному преподавателем.

*В основной части* излагается материал с расчетами согласно примера и оформляются *результаты* расчетов.

Текст контрольной работы можно отнести к текстовым документам. Согласно ГОСТ 2.105–95 "ЕСКД. Общие требования к текстовым документам" и ГОСТ 2.106–96 "ЕСКД. Текстовые документы" текстовые документы подразделяются на документы, содержащие в основном сплошной текст (технические описания, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.), и текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Если контрольная работа выполняется на компьютере, то текст излагают на одной стороне листа формата А4 с оставлением полей с левой стороны 30 мм, с правой 15 мм, сверху и снизу по 20 мм. Если выполняется от руки, то допускается написание работы в обычной тетради имеющую разбивку – клеточка.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15-17 мм.

При оформлении контрольной работ с применением компьютерной техники набор текста можно осуществлять шрифтом "Times New Roman" размером 14 с интервалом 1,5.

Допускается копирование рисунков из методических указаний. Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения работы, допускается исправлять закрашиванием текстовым корректором и нанесением на том же месте исправленного текста (графики).

Повреждения листов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (рисунка) не допускается. Объем основной части работы – приблизительно 5-10 страниц. Объем всей работы 10-15 страниц.

Нумерация страниц должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, второй – содержание, третьей – ответы на вопросы. Номер страницы проставляют в

правом верхнем углу. На странице 1 (титульный лист) номер не ставят.

## 4.7 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 Гидростатика

#### **1 Введение**

Предмет механики жидкости и газа. Примеры гидромеханических задач из различных отраслей техники. Краткие исторические сведения о развитии науки.

#### **2 Основные физические свойства жидкостей и газов**

Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоёмкость, теплопроводность. Гипотеза сплошности. Два режима движения жидкостей и газов. Неньютоновские жидкости. Термические уравнения состояния. Растворимости газов в жидкостях, кипение, кавитация. Смеси. Особые свойства воды.

#### **3 Силы, действующие в жидкостях**

Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил. Напряженное состояние.

#### **4 Основы кинематики**

Два метода описания движения жидкостей и газов. Понятие о линиях и трубках тока. Ускорение жидкой частицы. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.

#### **5 Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов**

Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Примеры аналитических решений уравнений Навье-Стокса.

#### **6 Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред**

Основная формула гидростатики. Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Относительный покой (равновесие) жидкости.

#### **7 Модель идеальной (невязкой) жидкости**

Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера.

#### **8 Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения**

Закон изменения количества движения. Закон изменения момента количества движения. Силовое воздействие потока на ограничивающие стенки.

#### **9 Виды движения, основные гидравлические параметры потока**

Установившееся и неустановившееся движение. Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Местная скорость, средняя скорость в живом сечении, эпюры скоростей. Напорное и безнапорное движение жидкости, гидравлические струи. Равномерное и неравномерное движение жидкости (плавно изменяющееся и резко изменяющееся). Уравнение неразрывности.

#### **10 Подобие гидромеханических процессов**

Понятие о методе размерностей. Пи-теорема. Числа и критерии подобия. Методы моделирования. Методы аналогий.

#### **11 Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах**

#### **12 Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости**

Уравнения Эйлера и их интегрирование. Уравнение Бернулли для частных случаев,

для невязкой и вязкой жидкости. Пьезометрический и гидравлический уклоны. Применение уравнения Бернулли для расчета напорных трубопроводов.

### **13 Режимы движения жидкости**

Ламинарный и турбулентный режимы движения. Критерий Рейнольдса. Распределение касательных напряжений и скоростей в круглой трубе. Пульсация скоростей и давлений. Осредненная скорость, пульсационные составляющие (скорость пульсации).

### **14 Турбулентность и ее основные статистические характеристики**

Осредненные параметры и пульсации. Стандарт пульсационной скорости и степень турбулентности. Двухслойная модель турбулентности.

### **15 Кавитация**

Понятие явления кавитации. Способы и примеры получения и устранения кавитации.

## **Раздел 2 Гидродинамика**

### **16 Использование ПК в проектировании гидромеханических систем**

Программные продукты проектирования гидравлических систем. Современные компьютерные симуляторы гидромеханических процессов. Одномерные стационарные задачи. Одномерные нестационарные задачи.

### **17 Рабочие жидкости и газы**

Виды рабочих жидкостей и газов и область их использования. Одномерная модель и приведение к ней плавно изменяющихся течений напорных и безнапорных потоков.

### **18 Определение потерь напора**

Гидравлические сопротивления. Структура формул для определения потерь напора. Местные потери напора. Потери напора по длине. Основные данные о гидравлическом коэффициенте трения (коэффициенте Дарси)  $\lambda$ . Формулы для коэффициента  $\lambda$ . Основное уравнение равномерного движения. Формулы для определения коэффициента Шези.

### **19 Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы**

Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Виды сжатия струи. Виды насадков. Действующий напор. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Гидравлически короткие трубы. Коэффициент расхода системы. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при переменном напоре.

### **20 Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар**

Основные расчетные уравнения простого гидравлически длинного трубопровода. Составной трубопровод. Последовательное и параллельное соединение. Потери напора при изменяющемся по длине расходе. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Различные виды гидравлического удара.

## **Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы**

### **21 Гидравлические машины и передачи**

Общие сведения о гидромашинах. Классификация насосов и гидродвигателей. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД. Баланс мощности в гидромашинах. Принцип действия гидropередач.

### **22 Лопастные машины**

Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока. Уравнение Эйлера. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров. Баланс энергии. Коэффициенты полезного действия. Характеристики центробежных насосов. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов. Основные сведения об осевых насосах.

Насосные установки. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах.

Назначение и области применения гидродинамических передач. Принцип действия

и классификация.

### **23 Гидропневмоприводы и вспомогательные устройства**

Общие схемы и принцип действия гидропередач. Гидравлические системы управления и регулирования. Вспомогательные устройства гидроприводов, их устройство и назначение.

### **24 Гидро – и пневмотранспорт**

Основные физико-механические характеристики гидросмесей. Определение производительности гидро- и пневмотранспортных установок и виды оборудования.

### **25 Принцип действия объемных гидропередач**

Основные понятия и определения. Области применения гидроприводов. Типовые схемы и расчет объемных гидроприводов.

### **26 Основные элементы гидропередач**

Гидродвигатели, гидроаппаратура, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии). Силовые гидроцилиндры, их назначение и устройство. Расчет цилиндров, поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели – гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомоментные гидромоторы.

### **27 Составление схем гидравлических и пневматических передач**

Блок-схема цепи управления. Составление принципиальной схемы. Обозначение элементов схемы.

### **28 Основы водоснабжения и гидромелиорации**

Особенности сельскохозяйственного водоснабжения. Источники водоснабжения. Гидротехнические сооружения. Нормы и режимы водопотребления. Методика гидравлического расчета водопроводной сети. Виды мелиорации.

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины используется инновационная образовательная технология на основе интеграции компетентного и личностно-ориентированного подходов с элементами традиционного лекционно-практического и профессионального обучения и использованием интерактивных форм проведения занятий, исследовательской проектной деятельности и мультимедийных учебных материалов.

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Традиционная форма проведения лекций, электронные материалы (в т.ч. сетевые источники), использование мультимедийных средств, раздаточный материал
Практические занятия	Традиционная форма – решение конкретных теоретических задач, выполнение групповых аудиторных заданий
Лабораторные работы	Традиционная и интерактивная форма проведения занятий: обучение навыкам решения задач
Расчетно-графическая (контрольная) работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом
Самостоятельная работа	Сочетание традиционной формы (работа с учебной

	и справочной литературой, изучение материалов интернет-ресурсов, подготовка к практическим занятиям и тестированию) и интерактивной формы (выполнение индивидуальных и групповых работ)
--	---

## 6. Оценочные средства дисциплины (модуля)

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования соответствующей компетенции.

### 6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Раздел 1 Гидростатика	УК-2; ОПК-1; ОПК-5	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	40 10 15
2	Раздел 2 Гидродинамика	УК-2; ОПК-1; ОПК-5	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	30 5 10
3	Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы	УК-2; ОПК-1; ОПК-5	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	30 5 10

Контроль качества освоения дисциплины осуществляется проведением модульно-рейтинговой оценки два раза за весь период изучения дисциплины согласно утвержденного графика (рейтинг-плана). Написание модулей включает в себя выполнение студентами бланковых тестовых заданий, допуском к которым являются отчеты по практическим и лабораторным работам.

Основной формой контроля являются защита расчетно-графической работы (РГР) и экзамен. Экзамен проводится в виде традиционного экзамена по билетам или тестирования на компьютере с использованием Автоматизированной Системы Тестирования. Допуском к экзамену служит написание всех модулей и защита отчета по выполнению расчетно-графической (контрольной) работы.

В течение семестра – расчетно-графическая работа, рейтинговое тестирование, модуль №1 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), модуль №2 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), экзамен (максимальная рейтинговая оценка – 50 баллов), творческий балл – 10 баллов.

### 6.2 Перечень вопросов для экзамена

## Раздел 1 Гидростатика (УК-2; ОПК-1; ОПК-5)

1. Предмет гидравлики. Краткие исторические сведения о развитии науки
2. Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства жидкостей и газов
3. Растворимости газов в жидкостях, кипение, кавитация. Особые свойства воды
4. Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил.
5. Понятие о линиях и трубках тока. Расход элементарной струйки и расход через поверхность.
6. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах.
7. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.
8. Уравнения движения в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости.
9. Основная формула гидростатики. Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки.
10. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера.
11. Виды движения, основные гидравлические параметры потока
12. Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия
13. Понятие о методе размерностей. Пи-теорема. Числа и критерии подобия. Методы моделирования. Методы аналогий.
14. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости
15. Пьезометрический и гидравлический уклоны. Применение уравнения Бернулли для расчета напорных трубопроводов.
16. Режимы движения жидкости. Турбулентность и ее основные статистические характеристики
17. Осредненные параметры и пульсации. Стандарт пульсационной скорости и степень турбулентности. Двухслойная модель турбулентности.
18. Понятие явления кавитации. Способы и примеры получения и устранения кавитации.

## Раздел 2 Гидродинамика (УК-2; ОПК-1; ОПК-5)

19. Программные продукты проектирования гидравлических систем. Современные компьютерные симуляторы гидромеханических процессов.
20. Виды рабочих жидкостей и газов и область их использования.
21. Гидравлические сопротивления. Структура формул для определения потерь напора.
22. Местные потери напора. Потери напора по длине. Основные данные о гидравлическом коэффициенте трения (коэффициенте Дарси)  $\lambda$ .
23. Формулы для коэффициента  $\lambda$ . Основное уравнение равномерного движения.
24. Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы
25. Виды сжатия струи. Виды насадков. Действующий напор.
26. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Гидравлически короткие трубы.
27. Основные расчетные уравнения простого гидравлически длинного трубопровода. Составной трубопровод. Последовательное и параллельное соединение.
28. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Различные виды гидравлического удара.
29. Основы теории фильтрации жидких и газовых сред. Основной закон фильтрации – закон Дарси. Равномерное и неравномерное движение

## Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы (УК-2; ОПК-1; ОПК-5)

30. Общие сведения о гидромашинах. Классификация насосов и гидродвигателей.
31. КПД. Баланс мощности в гидромашинах. Принцип действия гидropередач.
32. Физическое моделирование гидроаэродинамических явлений Теория подобия

- гидроаэродинамических процессов. Критерии подобия
33. Основные физико-механические характеристики гидросмесей. Определение производительности гидро- и пневмотранспортных установок и виды оборудования.
  34. Компрессоры. Расчет гидропневмосистем
  35. Сельскохозяйственное водоснабжение и водоотведение. Устройство. Типовые расчеты.

### 6.3 Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) Отлично	<p><b>знает</b> - демонстрирует прекрасное знание предмета, методику решения гидравлических задач с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики, соединяя при ответе знания из разных разделов, добавляя комментарии, пояснения, обоснования;</p> <p><b>умеет</b> - использовать основные законы механики жидкостей и газов для решения задач по проектированию и эксплуатации гидро- и пневмосистем отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами;</p> <p>свободно <b>владеет</b> методикой применения основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики с целью решения инженерных задач и проектирования трубопроводных систем и элементов гидро- и пневмомашин машин, применяя терминологию из различных разделов курса</p> <p>На этом уровне обучающийся способен творчески применять полученные знания путем самостоятельного конструирования способа деятельности, поиск новой информации.</p>	тестовые задания (30-40 баллов); реферат (7-10 баллов); вопросы к экзамену (38-50 баллов);
Базовый (50 -74 балла) – Хорошо	<p><b>знает</b> - методику решения гидравлических задач с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики, основы проектирования и применения гидравлических устройств и гидротехнических сооружений, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, может провести анализ и т.д., но не всегда делает это самостоятельно без помощи экзаменатора</p>	тестовые задания (20-29 баллов); реферат (5-6 баллов); вопросы к экзамену (25-37 балл);



	<p><b>умеет</b> - использовать основные законы механики жидкостей и газов для решения задач по проектированию и эксплуатации гидро- и пневмосистем, может подобрать соответствующие примеры, чаще из имеющихся в учебных материалах;</p> <p><b>владеет</b> методикой применения основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики с целью решения инженерных задач и проектирования трубопроводных систем и элементов гидро- и пневмомашин машин, используя терминологию, делая ошибки; при неверном употреблении сам может их исправить</p> <p>На этом уровне обучающийся использует комбинирование известных алгоритмов и приемов деятельности, эвристическое мышление.</p>	
<p>Пороговый (35 - 49 баллов) – Удовлетворительно</p>	<p><b>знает</b> - методику решения гидравлических задач с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики, отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах экзаменатора;</p> <p><b>умеет</b> - с трудом использовать основные законы механики жидкостей и газов для решения задач по проектированию и эксплуатации гидро- и пневмосистем, может соотнести теорию и практические примеры из учебных материалов; примеры не всегда правильные;</p> <p><b>владеет</b> - методикой применения основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики с целью решения инженерных задач, при этом редко использует при ответе термины, подменяет одни понятия другими, не всегда понимая различия</p> <p>На этом уровне обучающийся способен по памяти воспроизводить ранее усвоенную информацию и применять усвоенные алгоритмы деятельности для решения типовых (стандартных) задач.</p>	<p>тестовые задания (14-19 баллов); реферат (3-4 балла); вопросы к экзамену (18-24 баллов);</p>
<p>Низкий (допороговый) (компетенция не</p>	<p><b>не знает</b> значительной части программного материала, допускает существенные ошибки;</p>	<p>тестовые задания (0-13 баллов); реферат</p>

сформирована) (менее 35 баллов) – Неудовлетворитель- но	<b>умеет</b> - неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы; <b>не владеет</b> терминологией На этом уровне обучающийся не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять полученную информацию.	(0-2 балла); вопросы к экзамену (0-17 баллов);
--	---	--

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий (электронная доска, проектор), мультимедийного сопровождения (презентации, видеоматериалы и т.п.);

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз и библиотек, методических разработок и пособий, специальной учебной и научной литературы;

- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных занятий в виде работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов (СРС) направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;

- написании рефератов и выполнении домашних заданий, обобщение материалов из тематических информационных ресурсов;

- изучении теоретического материала, тематика которых вынесена на самостоятельную проработку;

- изучении инструкций к приборам и подготовке к выполнению лабораторных работ;

- подготовке к защите расчетно-графической работы, экзамену.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная учебная литература**

1. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Учебник. – М.: Колос, 2007 г.

Никитин О.Ф. Гидравлика и гидропневмопривод. 2-е изд., исправ. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 430 с.

2. Д.А. Бутаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз, Попов К.Н., Рождественский С.Н., Яньшин Б.И. Сборник задач по машиностроительной гидравлике / под ред. И.И. Куколевского и Л.Г. Подвидза. 6-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 472 с.

3. Никитин О.Ф. Гидравлика и гидропневмопривод. 2-е изд., исправ. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 430 с.

4. Медведев В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – Мн.: Выш. шк., 1998. – 311 с.: ил.

5. Колдин М.С., Учебно-методический комплекс по дисциплине «Гидравлика» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров «Агроинженерия». Утверждено протоколом заседания учебно-методического совета №3 от 18 апреля 2013 г. Мичуринск.

## 7.2 Дополнительная учебная литература

1. Штеренлихт Д.В., Алышев В.М., Яковлева Л.В. Учебное пособие. Гидравлические расчеты. – Колос, 1992 г. – 282 с.
2. Яковлева Л.В. Практикум по гидравлике. Учебное пособие. – М.: Агропромиздат, 1990 г. – 144 с.

## 7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://firing-hydra.ru>

## 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

1. Расчет простого трубопровода на гидравлический удар: Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Гидравлика» / Составитель М.С. Колдин / ФГОУ ВПО «МичГАУ», Мичуринск, 2015, - 23 с.
2. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гидравлика» // М.С. Колдин, А.А. Игнатов для студентов 3-го курса очной и заочной форм обучения.

## 7.3 Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

### 7.3.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)
4. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 07.04.2023 № б/н)
5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)
6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»:

Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

8. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

9. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

10. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

### 7.3.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

### 7.3.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/catalog/>)

6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru/>).

7. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

9. Государственная научная педагогическая библиотека им. К.Д. Ушинского РАО (ГПНБ им. К.Д. Ушинского РАО) (<http://gnpbu.ru>)

10. Университетская информационная система Россия (УИС Россия) (<https://uisrussia.msu.ru/>)

### 7.3.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)

	MicrosoftWindows, OfficeProfessional	MicrosoftCorporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
	Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165</a>	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023
	МойОфисСтандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» ( <a href="https://docs.antiplagiatus.ru">https://docs.antiplagiatus.ru</a> )	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186</a>	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
	AcrobatReader - просмотр документов PDF, DjVU	AdobeSystems	Свободно распространяемое	-	-
	FoxitReader - просмотр документов PDF, DjVU	FoxitCorporation	Свободно распространяемое	-	-

### 7.3.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации

<https://cdto.wiki/>

### 7.3.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: [miro.com](https://miro.com)
3. Виртуальная доска SBoard<https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz



Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++.

Программа одобрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования. Протокол № 7 от 16 марта 2021.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 5 апреля 2021г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 22 апреля 2021 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 7 от 13 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 7 от 14 апреля 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 21 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 9 от 6 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 10 от 19 июня 2023 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 22 июня 2023 г.