

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 № 7 от 22 апреля 2026 г.)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
Р.А. Чмир  
«22» апреля 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**

Направление: 20.03.01 – Техносферная безопасность  
Направленность (профиль) подготовки - Безопасность технологических  
процессов и производств

Квалификация - бакалавр

## **1 Цель освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины «Гидрогазодинамика» является подготовка специалистов, обладающих научно-практическими навыками по созданию комплекса организационных и технических мер, направленных на обеспечение экологической безопасности, минимизация негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности в промышленности на окружающую среду с учетом гидрогазомеханических процессов.

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.

Профессиональная деятельность выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 - Техносферная безопасность, соответствует следующему профессиональному стандарту: 40. 177 - Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 октября 2016 г. № 591н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по экологической безопасности (в промышленности)"

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Согласно учебному плану по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность дисциплина "Гидрогазодинамика" является дисциплиной базовой части (Б1.0.11).

Материал дисциплины основывается на опорных знаниях, умениях и навыках таких дисциплин, как: «Физика», «Химия», «Механика. Теория механизмов и машин», «Электроника и электротехника», «Высшая математика». Служит базой для освоения таких дисциплин: «Теплофизика», «Безопасность жизнедеятельности», «Производственная безопасность», «Научные основы в техносферной безопасности».

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить функцию:

Трудовая функция - Подготовка необходимых материалов по проведению производственного экологического контроля А/02.5

Трудовые действия - Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников

Трудовые действия - Производить инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их источников в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование компетенций:

УК-1 Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

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;

УК-6 Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

ПК-6 - Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

| Код и наименование универсальной компетенции                                                                                           | Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций                                                                                                                                        | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                             |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                           | низкий (допороговый, компетенция не сформирована)                                                                                                    | пороговый                                                                                                                            | базовый                                                                                                                                                                                             | продвинутый                                                                                                                                 |
| УК-1<br>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИД-1 <sub>УК-1</sub><br>Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи                                                                                             | Не может анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, не осуществляет декомпозицию задачи                                                  | Слабо анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, слабо осуществляет декомпозицию задачи                                    | Хорошо анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, хорошо осуществляет декомпозицию задачи                                                                                                 | Отлично анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, отлично осуществляет декомпозицию задачи                                       |
|                                                                                                                                        | ИД-2 <sub>ук-1</sub> -Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                                                                                           | Не может находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                                                | Не достаточно четко находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                        | Достаточно быстро находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                                                                                         | Успешно находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                                           |
|                                                                                                                                        | ИД-3 <sub>ук-1</sub> - Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.                                                                                             | Не может рассмотреть возможные варианты решения задачи и оценить их достоинства и недостатки.                                                        | Слабо рассматривает возможные варианты решения задачи, чтобы оценить их достоинства и недостатки.                                    | Достаточно быстро рассматривает возможные варианты решения задачи, четко оценивая их достоинства и недостатки.                                                                                      | Успешно рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.                                              |
|                                                                                                                                        | ИД-4 <sub>УК-1</sub><br>Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности | Не может грамотно, логично, аргументированно сформировать собственные суждения и оценки. Не отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в | Не достаточно грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Слабо отличает факты от мнений, интерпрет | Достаточно грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Хорошо отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности | Очень грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Быстро отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и |

|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                   | рассуждениях других участников деятельности и                                                                                                                                      | аций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности и                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                       | т.д. в рассуждениях других участников                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                              | ИД-5 <sub>УК-1</sub><br>Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи                                                                                                               | Не может определить и оценить последствия возможных решений задачи.                                                                                                                | Слабо определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.                                                                                                                                  | Хорошо определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.                                                                                                                                   | Успешно определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.                                                                                                            |
| УК-2.<br>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся | ИД-1 <sub>УК-2</sub><br>Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач | Не может формировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач | Не достаточно четко может формировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач | В достаточной степени может формировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач | Отлично формирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач |
| ресурсов и ограничений                                                                                                                                       | ИД-2 <sub>УК-2</sub><br>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-3 <sub>УК-2</sub> Решает конкретные задачи проекта                                                                                                                                             | Не может решать конкретные                                                                                                                                                         | Не достаточно четко может                                                                                                                                                                           | В достаточной степени может решать конкретные задачи проекта заявленного                                                                                                                              | Успешно может решать                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   | заявленного качества и за установленное время                                                                                                                                                                                                       | задач проекта заявленного качества и за установленное время                                                                                                                                                                                 | решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время                                                                                                                                                        | качества и за установленное время                                                                                                                                                                                                                    | конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                   | ИД-4 <sub>УК-2</sub> 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                                                                                                                                                             |
| УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | ИД-1 <sub>УК-6</sub> Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы.                                                                                       | Не может эффективно применять знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы.                                                                                | Не достаточно четко применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы.                                                                          | В достаточной степени применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы.                                                                                       | Успешно может применять знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы.                                                                                       |
|                                                                                                                                                   | ИД-2 <sub>УК-6</sub> Понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Не может эффективно понимать важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка | Не достаточно четко понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований | В достаточной степени понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Успешно может понимать важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. |

|  |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                           |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                | труда.                                                                                                                                                                                                               | рынка труда.                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                           |
|  | ИД-3 <sub>УК-6</sub> Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Не может эффективно реализовать намеченные цели деятельность и с учетом условий, средств, личностных возможностей ей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Не достаточно четко реализует намеченные цели деятельность и с учетом условий, средств, личностных возможностей ей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | В достаточной степени реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Успешно может реализовать намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. |
|  | ИД-4 <sub>УК-6</sub> Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.                                   | Не может эффективно критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.                                          | Не достаточно четко Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.                                        | В достаточной степени Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.                                   | Успешно может Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата.                                     |
|  | ИД-5 <sub>УК-6</sub> Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков                                                                            | Не может эффективно Демонстрировать интерес к учебе и использует предоставляемые возможности и для приобретения новых знаний и навыков                                                                               | Не достаточно четко Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности и для приобретения новых знаний и навыков                                                                               | В достаточной степени Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков                                                                            | Успешно может Демонстрировать интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков                                                                            |

Профессиональных компетенций:

ПК-6 Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

| Код и наименование универсальной компетенции                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций                                                                                           | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                 |                                                                                                                                             |                                                                                                                                              |                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              | низкий (допороговый, компетенция не сформирована)                                                                                        | пороговый                                                                                                                                   | базовый                                                                                                                                      | продвинутый                                                                                                                                   |
| ПК-6 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач | ИД-1 <sub>ПК6</sub><br>Использует законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач             | Не может использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач     | Слабо может использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач     | Хорошо может использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач     | Успешно может использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач     |
|                                                                                                                                           | ИД-2 <sub>ПК6</sub><br>Уметь обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач | Не может обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач | Слабо может обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач | Хорошо может обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач | Успешно может обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные физические свойства, общие законы статики, кинематики и динамики рабочих жидкостей и газообразных сред;
- методы расчёта трубопроводных систем, общие основы гидромеханических процессов и область применения гидроустановок;
- устройство и правила эксплуатации элементов гидропривода, вспомогательных устройств и гидравлических машин.

**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, составлять схемы и осуществлять расчет и выбор элементов гидро-, пневмотранспорта, гидравлических и пневматических передач.

**Владеть:**

- анализом и способностью использования исходных данных для проектирования трубопроводных систем и элементов гидро- и пневмомашин машин;
- методами расчёта трубопроводных, гидро- и пневмосистем;
- знаниями режимов работы гидроустановок, их монтажа и регулирования.

### 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-1        | УК-2 | УК-6 | ПК-6 |                              |
| Раздел 1. Гидростатика                            | +           | +    | +    | +    | 4                            |
| Раздел 2. Гидродинамика                           | +           | +    | +    | +    | 4                            |
| Раздел 3. Гидравлические и пневматические системы | +           | +    | +    | +    | 4                            |
| Итого:                                            | 3           | 3    | 3    | 3    | 12                           |

### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 144 ак. часа.

#### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид занятий                                                                                             | Количество ак. часов                 |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                                         | по очной форме обучения<br>6 семестр | по заочной форме обучения<br>2 курс |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                                           | 144                                  | 144                                 |
| Контактная работа с преподавателем                                                                      | 42                                   | 16                                  |
| Аудиторные занятия, в т.ч.                                                                              | 42                                   | 16                                  |
| Лекции                                                                                                  | 14                                   | 6                                   |
| Практические занятия                                                                                    | 14                                   | 6                                   |
| Лабораторные работы                                                                                     | 14                                   | 4                                   |
| Самостоятельная работа, в т.ч.                                                                          | 66                                   | 119                                 |
| контрольная работа                                                                                      | -                                    | 14                                  |
| реферат                                                                                                 | 6                                    | 6                                   |
| расчетно-графическая работы                                                                             | 12                                   | -                                   |
| проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов) | 26                                   | 99                                  |
| КСР                                                                                                     | 36                                   | 9                                   |
| Вид итогового контроля                                                                                  | экзамен                              | экзамен                             |

#### 4.2 Лекции

| № | Раздел дисциплины (модуля), темы лекций | Объем в ак. часах по формам обучения |               | Формируемые компетенции |
|---|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
|   |                                         | очная форма                          | заочная форма |                         |

|                                                  |                                                                                                                   |          |          |                        |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------------------|
|                                                  |                                                                                                                   | обучения | обучения |                        |
| Раздел 1 Гидростатика                            |                                                                                                                   |          |          |                        |
| 1.1                                              | Вводные сведения Основные физические свойства жидкостей и газов                                                   | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.2                                              | Силы, действующие в жидкостях Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов                       | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.3                                              | Основы кинематики                                                                                                 | 2        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.4                                              | Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред Модель идеальной (невязкой) жидкости                    | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.5                                              | Общая интегральная форма уравнений количества движения                                                            | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.6                                              | Виды движения, основные гидравлические параметры потока Подобие гидромеханических процессов                       | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.7                                              | Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.8                                              | Режимы движения жидкости                                                                                          | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 1.9                                              | Турбулентность и ее основные статистические характеристики Кавитация                                              | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| Раздел 2 Гидродинамика                           |                                                                                                                   |          |          |                        |
| 2.1                                              | Использование ПК в проектировании гидромеханических систем Рабочие жидкости и газы                                | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 2.2                                              | Определение потерь напора Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы                            | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 2.3                                              | Гидравлические расчеты напорных трубопроводов. Гидравлический удар                                                | 1        | 1        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы |                                                                                                                   |          |          |                        |
| 3.1                                              | Гидравлические машины и передачи                                                                                  | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 3.2                                              | Гидропневмоприводы. Вспомогательные устройства                                                                    | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 3.3                                              | Гидро- и пневмотранспорт                                                                                          | 1        | -        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 3.4                                              | Принципы действия объемных гидропередач. Основные элементы гидропередач                                           | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 3.5                                              | Составление схем гидравлических и пневматических передач. Основы водоснабжения и гидромелиорации                  | 1        | 0,5      | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
|                                                  | Всего:                                                                                                            | 14       | 6        |                        |

### 4.3 Лабораторные работы

| №<br>раздела                                     | Наименование лабораторных работ                          | Объем в ак. часах по<br>формам обучения |                            | Формируемые<br>компетенции |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                  |                                                          | очная<br>форма<br>обучения              | очная<br>форма<br>обучения |                            |
| Раздел 1 Гидростатика                            |                                                          |                                         |                            |                            |
| 1                                                | Свойства жидкостей. Измерительные<br>устройства, приборы | 2                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
| 2                                                | Кавитация в потоке жидкости                              | 2                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
| 3                                                | Течение жидкости в трубе переменного<br>сечения          | 2                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
| Раздел 2 Гидродинамика                           |                                                          |                                         |                            |                            |
| 4                                                | Гидравлические потери при движении<br>вязкой жидкости    | 2                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
| 5                                                | Исследование режимов течения<br>жидкости в трубе         | 4                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
| Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы |                                                          |                                         |                            |                            |
| 6                                                | Истечение жидкости из отверстий и<br>сопел               | 4                                       | 1                          | УК-1, УК-2, УК-<br>6, ПК-6 |
|                                                  | Всего:                                                   | 14                                      | 6                          |                            |

#### 4.4 Практические занятия

| №<br>раздела           | Наименование занятия                                                                                 | Объем в ак. часах по<br>формам обучения |                            | Формируемые<br>компетенции |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                        |                                                                                                      | очная<br>форма<br>обучения              | очная<br>форма<br>обучения |                            |
| Раздел 1 Гидростатика  |                                                                                                      |                                         |                            |                            |
| 1                      | Определение механических характеристик жидкостей                                                     | 2                                       | 0,5                        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6     |
| 2                      | Решение задач на общие законы и уравнения гидростатики                                               | 2                                       | 0,5                        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6     |
| 3                      | Определение характеристик жидкостей при постоянном и переменном напоре. Гидравлические сопротивления | 2                                       | 0,5                        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6     |
| Раздел 2 Гидродинамика |                                                                                                      |                                         |                            |                            |
| 4                      | Исследование режимов движения жидкости                                                               | 2                                       | 0,5                        | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6     |

|                                                  |                                                                   |    |     |                        |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----|-----|------------------------|
| 5                                                | Применение уравнения Бернулли                                     | 2  | 0,5 | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| Раздел 3 Гидравлические и пневматические системы |                                                                   |    |     |                        |
| 6                                                | Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Гидравлический удар | 4  | 0,5 | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
| 7                                                | Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы      | 2  | 1   | УК-1, УК-2, УК-6, ПК-6 |
|                                                  | Всего:                                                            | 14 | 4   |                        |

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

| Раздел дисциплины                                   | №  | Вид самостоятельной работы                                                                                                    | Объем ак. часов      |                      |
|-----------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                     |    |                                                                                                                               | очная форма обучения | очная форма обучения |
| Раздел 1<br>Гидростатика                            | 1  | Вводные сведения                                                                                                              | 8                    | 10                   |
|                                                     | 2  | Основные физические свойства жидкостей и газов                                                                                | 4                    | 10                   |
|                                                     | 3  | Виды движения, основные гидравлические параметры потока                                                                       | 2                    | 10                   |
|                                                     | 4  | Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия                                                                         | 4                    | 8                    |
|                                                     | 5  | Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости                                                                               | 4                    | 8                    |
|                                                     | 6  | Режимы движения жидкости. Турбулентность и ее основные статистические характеристики                                          | 4                    | 8                    |
| Раздел 2<br>Гидродинамика                           | 7  | Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы                                                                  | 4                    | 10                   |
|                                                     | 8  | Основы теории фильтрации жидких и газовых сред. Основной закон фильтрации – закон Дарси. Равномерное и неравномерное движение | 8                    | 10                   |
|                                                     | 9  | Физическое моделирование гидроаэродинамических явлений Теория подобия гидроаэродинамических процессов. Критерии подобия       | 6                    | 9                    |
| Раздел 3<br>Гидравлические и пневматические системы | 10 | Компрессоры. Расчет гидропневмосистем                                                                                         | 8                    | 8                    |
|                                                     | 11 | Основы теории струйных течений. Струйная аэрация                                                                              | 2                    | 10                   |

|                              |  |  |    |     |
|------------------------------|--|--|----|-----|
|                              |  |  |    |     |
| Итого самостоятельная работа |  |  | 66 | 119 |

#### 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 «Гидрогазодинамика» на тему «Расчет простого трубопровода на гидравлический удар» //Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Гидрогазодинамика» / 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-1, УК-2, УК-6, ПК-6.

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, выполнившем 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 (плавное 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 гидropередач. 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 компетентностного 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)

| №<br>п/п | Контролируемые<br>разделы (темы)<br>дисциплины*        | Код<br>контролируемой<br>компетенции | Оценочное средство                                         |                |
|----------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|
|          |                                                        |                                      | наименование                                               | кол-во         |
| 1        | Раздел 1 Гидростатика                                  | УК-1, УК-2, УК-6,<br>ПК-6            | Тестовые задания<br>Темы рефератов<br>Вопросы для экзамена | 40<br>10<br>18 |
| 2        | Раздел 2<br>Гидродинамика                              | УК-1, УК-2, УК-6,<br>ПК-6            | Тестовые задания<br>Темы рефератов<br>Вопросы для экзамена | 30<br>5<br>11  |
| 3        | Раздел 3 Гидравлические<br>и пневматические<br>системы | УК-1, УК-2, УК-6,<br>ПК-6            | Тестовые задания<br>Темы рефератов<br>Вопросы для экзамена | 30<br>5<br>6   |

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 РГР.

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-1, УК-2, УК-6, ПК-6)**

1. Предмет гадрогастодинамики. 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-1, УК-2, УК-6, ПК-6)**

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-1, УК-2, УК-6, ПК-6)

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. Основы теории струйных течений. Струйная аэрация

## 6.3 Шкала оценочных средств

| Уровни освоения компетенций                          | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Оценочные средства (кол-во баллов)                                                                 |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Продвинутый<br>(75 -100 баллов)<br>Отлично           | <b>знает</b> - демонстрирует прекрасное знание предмета, соединяя при ответе знания из разных разделов, добавляя комментарии, пояснения, обоснования;<br><b>умеет</b> - отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами;<br>свободно <b>владеет</b> терминологией из различных разделов курса<br>На этом уровне обучающийся способен творчески применять полученные знания путем самостоятельного конструирования способа деятельности, поиск новой информации. | тестовые задания (30-40 баллов);<br>реферат (7-10 баллов);<br>вопросы к экзамену, ( 38-50 баллов); |
| Базовый<br>(50 -74 балла) –<br>Хорошо                | <b>знает</b> - хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, может провести анализ и т.д., но не всегда делает это самостоятельно без помощи экзаменатора<br><b>умеет</b> - может подобрать соответствующие примеры, чаще из имеющихся в учебных материалах;<br><b>владеет</b> терминологией, делая ошибки; при неверном употреблении сам может их исправить<br>На этом уровне обучающийся использует комбинирование известных алгоритмов и приемов деятельности, эвристическое мышление.              | тестовые задания (20-29 баллов);<br>реферат (5-6 баллов);<br>вопросы к экзамену, ( 25-37 балл);    |
| Пороговый<br>(35 - 49 баллов) –<br>Удовлетворительно | <b>знает</b> - отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах экзаменатора;<br><b>умеет</b> - с трудом может соотнести                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | тестовые задания (14-19 баллов);<br>реферат (3-4 балла);<br>вопросы к экзамену,                    |

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             | теорию и практические примеры из учебных материалов; примеры не всегда правильные;<br><b>владеет</b> - редко использует при ответе термины, подменяет одни понятия другими, не всегда понимая разницы<br>На этом уровне обучающийся способен по памяти воспроизводить ранее усвоенную информацию и применять усвоенные алгоритмы деятельности для решения типовых (стандартных) задач. | ( 18-24 баллов);                                                                                        |
| Низкий<br>(допороговый)<br>(компетенция не сформирована)<br>(менее 35 баллов) –<br>Неудовлетворитель-<br>Но | <b>не знает</b> значительной части программного материала, допускает существенные ошибки;<br><b>умеет</b> - неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы;<br><b>не владеет</b> терминологией<br>На этом уровне обучающийся не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять полученную информацию.                                       | тестовые задания<br>(0-13 баллов);<br>реферат<br>(0-2 балла);<br>вопросы к экзамену,<br>( 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. Жуков Н.П. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 92 с. – 100 экз. ISBN 978-5-8265-1032-2.
2. Аэрогидромеханика : сборник задач / [А. А. Кураев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 115 с. Режим доступа <https://rucont.ru/efd/586741> заглавие с экрана.
3. Колдин М.С., Учебно-методический комплекс по дисциплине «Гидрогазодинамика» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров «Техносферная безопасность». Утверждено протоколом заседания учебно-методического совета №3 от 18 апреля 2013 г. Мичуринск.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Учебник. – М.: Колос, 2007 г.
5. Медведев В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – Мн.: Выш. шк., 1998. – 311 с.: ил.

## **7.2 Дополнительная учебная литература**

4. Валуева, Е.П. Введение в механику жидкости: учебное пособие /Е.П. Валуева, В.Г. Свиридов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 212 с. : ил.

## **7.4 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.

### **7.5.1 Электронно-библиотечные системы и базы данных**

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.com/>) (договор на оказание услуг от 01.09.2025 № б/н (Сетевая электронная библиотека).
2. 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 01.12.2025 № 04-УТ/2025).
3. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 01.09.2025 № 7326).
4. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25).
5. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.09.2024 № 101/НЭБ/4712-п).
6. Договор 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» Филиал «Специальная библиотека для слепых им. Н.А. Островского» (<https://www.tambovlib.ru>) (договор о сотрудничестве от 10.10.2024 № 0001).

### 7.5.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 24.02.2026 № 12760 /13900/ЭС).
2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 11.02.2026 № 194-01/2026).

### 7.5.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 06.11.2025 № 505/2025)
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/pendata>

### 7.5.4. 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)                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Microsoft Windows, Office Professional                                              | Microsoft Corporation                    | Лицензионное                                          | -                                                                                                                                             | Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно                                              |
| 2 | Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 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 17.12.2025 № б/н, срок действия: с 18.12.2025 по 17.12.2026 |
| 3 | МойОфис Стандартный - 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                   |
| 4 | Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)                                         | АО «Р7»                                  | Лицензионное                                          | <a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041</a> | Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 №                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                           |                                                 |                           |                                                                                                                                               |                                                                                                          |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                                                                                           |                                                 |                           |                                                                                                                                               | 03641000008230000<br>07<br>срок действия:<br>бессрочно                                                   |
| 5 | Операционная система «Альт Образование»                                                                                                                                                   | ООО "Базальт свободное программное обеспечение" | Лицензионное              | <a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015</a> | Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 03641000008230000<br>07<br>срок действия:<br>бессрочно         |
| 6 | Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» ( <a href="https://docs.antiplagiat.us.ru">https://docs.antiplagiat.us.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 16.05.2025 № 10567, срок действия: с 16.06.2025 по 15.06.2026 |
| 7 | Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU                                                                                                                                            | Adobe Systems                                   | Свободно распространяемое | -                                                                                                                                             | -                                                                                                        |
| 8 | Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU                                                                                                                                              | Foxit Corporation                               | Свободно распространяемое | -                                                                                                                                             | -                                                                                                        |

#### **7.5.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. . <https://firing-hydra.ru>
- 2.

#### **7.5.6. 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
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

#### **7.5.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины**

| № | Цифровые технологии | Виды учебной работы, выполняемые с | Формируемые компетенции | ИДК |
|---|---------------------|------------------------------------|-------------------------|-----|
|---|---------------------|------------------------------------|-------------------------|-----|

|    |                               |                                                          |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              |
|----|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                               | применением цифровой технологии                          |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              |
| 1. | Облачные технологии           | Лекции<br>Практические занятия                           | ПК-6 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач | ИД-2 <sub>ПК6</sub><br>Уметь обмениваться данными, информацией и цифровым контентом посредством информационных технологий при решении профессиональных задач |
| 2. | Большие данные                | Лекции<br>Практические занятия                           |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              |
| 3. | Технологии беспроводной связи | Лекции<br>Практические занятия<br>Самостоятельная работа | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач       | ИД-2ук-1 -Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                                                          |

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные занятия и самостоятельная работа обучающихся проводятся в аудиториях оснащенных следующим оборудованием:

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 4/14) | 1. Проектор Aser (инв. № 1101047434)<br>2. Ноутбук Samsung (инв. № 1101044517)<br>3. Доска классная (инв. №2101060511);<br>4. Аудиовизуальные средства, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. |
| Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 4/12)                            | 1. Компьютер С-2000 (инв. №1101044526);<br>2. Шкаф закрыв. (инв. №1101040872);<br>3. Аудиовизуальные средства, плакатами дорожных, строительных и коммунальных машин.                                                     |
| Кабинет информатики (компьютерный класс) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101 - 1/203)                                                                                                                                     | 1. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duo E440, монитор 19" Aser (инв. № 2101045115);<br>2. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duo E440, монитор 19" Aser (инв. № 2101045114);                      |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | <p>3. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duo E440, монитор 19" Aser (инв. № 2101045112);</p> <p>4. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duo E440, монитор 19" Aser (инв. № 2101045121);</p> <p>5. Компьютер Intel Core 2 Quad Q 9400 Монитор Asus TFT 21,5" (инв. № 2101045134);</p> <p>6. Компьютер Intel Core 2 Quad Q 9400 Монитор Asus TFT 21,5" (инв. № 2101045133);</p> <p>7. Компьютер Intel Seleron 2200 (инв. № 1101044550);</p> <p>8. Компьютер Intel Core DUO 2200 (инв. № 1101044549);</p> <p>9. Проектор (инв. № 1101044540);</p> <p>10. Комплект программ АПМ (инв. № 2101062312);</p> <p>11. Комплект программ АПМ (инв. № 2101062315);</p> <p>12. Комплект программ АПМ (инв. № 2101062314);</p> <p>13. Комплект программ АПМ (инв. № 2101062313);</p> <p>14. Комплект программ АПМ (инв. № 2101062311);</p> <p>15. Плоттер HP Design Jet 510 24" (инв. № 341013400010);</p> <p>16. Доска медиум (инв. № 2101041641);</p> <p>17. Доска учебная (инв. № 2101043020);</p> <p>18. Чертежная доска A2/S0213920 (инв. № 21013600719);</p> <p>Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом к ЭИОС университета. Кабинет оснащен макетами, наглядными учебными пособиями, тренажерами и другими техническими средствами.</p> |
| Помещение для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д.101 - 4/10) | <p>1. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duo E440, монитор 19" Acer (инв. № 2101045116, 2101045113)</p> <p>Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Автор: доцент кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, к.т.н. Колдин М.С.

Рецензент: зав. кафедрой технологических процессов и техносферной безопасности, к.т.н. доцент Щербаков С.Ю.

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

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

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. Протокол № 9 от 05 апреля 2021 г.

Программа утверждена решением 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 № 9 от 10 июня 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 11 от 15 июня 2021г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 24 июня 2021г.

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 переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 13 от 5 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.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 9 от 9 апреля 2024 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 20 мая 2024 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 9 от 23 мая 2024 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 8 от 7 апреля 2025г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 8 от 14 апреля 2025г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 23 апреля 2025 года.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, протокол № 8 от 6 апреля 2026г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 8 от 13 апреля 2026г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 7 от 22 апреля 2026 года.

Оригинал документа хранится на кафедре транспортно-технологических машин и основ конструирования.