

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 (ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор института \_\_\_\_\_ А.И. Елкин  
 « 31 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ГИДРАВЛИКА»**

**Направление подготовки:**

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Направленность (профиль) подготовки:**

«Цифровые технологии в машиностроительном производстве»

г. Владимир

2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Целями освоения* дисциплины «Гидравлика» являются освоение студентами теоретических основ механики жидкостей и газов, использование основных законов движения жидкостей и газов при разработке новых транспортных процессов, получение практических навыков по использованию гидравлических устройств в инженерной практике.

*Задачами изучения дисциплины* являются:

- изучить теоретические основы механики жидкостей и газов;
- научиться решать гидравлические задачи применительно к различным элементам транспортного машиностроения;
- изучить принцип действия гидромашин, гидроаппаратуры и гидроприводов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части учебного плана.  
Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Физика», «Химия».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-5. Способен использовать основное закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ОПК-5.1. <b>Знает</b> основные закономерности изготовления машиностроительных изделий. ОПК-5.2. <b>Умеет</b> определять порядок выполнения заготовительных работ при разработке технологических процессов производства заготовок. ОПК-5.3. <b>Владеет</b> навыками обеспечения точности изготовления деталей машиностроительных производств.	<i>Знает</i> методики расчета распределения скоростей и гидравлических сопротивлений при ламинарном и турбулентном режимах движения в трубах. <i>Умеет</i> проектировать приборы, устройства и приспособления для измерения давления, скорости и расхода жидкости и газа; <i>Владеет</i> методиками проектирования гидродинамических систем.	Рейтинг-контроли Тесты Зачет

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Гидростатика	4	1-4	4	4	4		9	
2	Основы кинематики жидкости и газа	4	5-8	4	4	–		9	Рейтинг-контроль
3	Гидродинамика жидкости и газа	4	9-12	4	4	4		9	Рейтинг-контроль
4	Основы теории гидравлических сопротивлений	4	13-14	2	2	6		9	
5	Истечение жидкости	4	15-16	2	2	4		9	
6	Гидравлические машины	4	17-18		4	–		9	Рейтинг-контроль
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>108</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	<b>Зачет</b>
Наличие в дисциплине КП/КР					–				
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>108</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>90</b>	<b>Зачет</b>

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

###### Тема 1. Гидростатика.

Предмет механики жидкости и газа. Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях и газах. Общие законы и уравнения равновесия жидкости и газа.

###### Тема 2. Основы кинематики жидкости и газа.

Приводятся основные кинематические характеристики потоков жидкости и газа.

###### Тема 3. Гидродинамика жидкости и газа.

Динамика вязкой и невязкой жидкости. Уравнение энергии в интегральной форме для сжимаемых и несжимаемых жидкостей. Режимы движения жидкостей и газов.

###### Тема 4. Основы теории гидравлических сопротивлений.

Расчет потерь давления в трубопроводах при движении жидкости.

###### Тема 5. Истечение жидкости.

Истечение жидкостей и газов из отверстий и насадков при постоянном и переменном напорах.

###### Тема 6. Гидравлические машины.

Принцип работы и характеристики центробежного насоса.

##### Содержание лабораторных работ по дисциплине

###### Тема 1. Приборы для измерения давления.

Требуется изучить принцип действия приборов, снять показания и определить абсолютное давление.

###### Тема 2. Режимы движения жидкости.

Требуется установить опытным путем наличие двух режимов течения жидкости и определить для них число Рейнольдса.

### **Тема 3. Уравнение Бернулли.**

Требуется определить составляющие полного удельного напора потока в расчетных сечениях трубопровода переменного сечения, графически отобразить распределение пьезометрического, скоростного и полного напоров по длине трубопровода.

### **Тема 4. Потери напора по длине.**

Определение гидравлических потерь по длине экспериментальным путем и сравнение их с потерями, вычисленными теоретическим (расчетным) путем.

### **Тема 5. Потери напора в местных сопротивлениях.**

Требуется определить экспериментальным путем коэффициент местных сопротивлений и сравнить полученные значения со справочными.

### **Тема 6. Потери напора на диафрагме.**

Определение гидравлических потерь на диафрагме экспериментальным путем и сравнение их с потерями, вычисленными теоретическим (расчетным) путем.

### **Тема 7. Истечение жидкости из отверстий и насадков.**

Требуется установить опытным путем режимы истечения жидкости из отверстий и насадков.

### **Тема 8. Испытания центробежного насоса.**

Требуется изучить конструкцию и принцип действия центробежного насоса, снять его основные характеристики.

## **Содержание практических работ по дисциплине**

**Тема 1.** Основные свойства жидкостей и газов.

**Тема 2.** Определение силы давления на плоские и криволинейные стенки.

**Тема 3.** Уравнение Бернулли. Местные сопротивления.

**Тема 4.** Расчет простых трубопроводов.

**Тема 5.** Истечение жидкости через отверстия и насадки.

**Тема 6.** Работа насосов на сеть.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

#### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Первое и второе свойства гидростатического давления.
2. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление.
3. Определить силу суммарного давления на полусферические крышки, закрывающие отверстие диаметром  $d = 0,4$  м, если глубина погружения центра резервуара  $H = 3$  м,  $h = 2$  м.
4. Эпюры гидростатического давления.
5. Пьезометрическая высота, приведенная пьезометрическая высота, напор.
6. Цилиндрический сосуд заполнен водой, находящейся под избыточным давлением, характеризуемым показанием пьезометра  $h = 5$  м. Нижнее днище сосуда плоское, верхнее имеет форму полусферы. Определить силу, отрывающую верхнее днище от цилиндрической части, и силу, разрывающую цилиндрическую часть сосуда по образующей  $(P_x, P_y)$ , если диаметр сосуда  $D = 2$  м,  $H = 3$  м.
7. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
8. Вязкость жидкости. Динамическая вязкость, единицы измерения вязкости.

9. Вертикальный щит перегораживает канал прямоугольного сечения. Глубина воды в канале  $H = 1,5$  м, ширина канала  $B = 2$  м. Определить полное давление воды на щит и найти точку приложения равнодействующей силы давления.
10. Силы, действующие в жидкости.
11. Определить силу, действующую на болты крышки бака, если показание манометра  $p_m = 2$  МПа, а угол наклона крышки  $\alpha = 45^\circ$ . В сечении бак имеет форму квадрата со стороной  $a = 200$  мм.
12. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность.
13. Приведенное дифференциальное уравнение Эйлера.
14. Цилиндрический сосуд, заполненный жидкостью на глубину  $h$ , вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью. Определить частоту вращения сосуда, если его диаметр  $d = 30$  см, а высота  $H = 60$  см.
15. Поверхностные силы.
16. Определить показания манометра, если к штоку поршня приложена сила  $F = 0,1$  кН, его диаметр  $d = 100$  мм, высота  $H = 1,5$  м, плотность жидкости  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>.
17. Поверхность уровня. Уравнение поверхности уровня при вращении сосуда с жидкостью вокруг своей вертикальной оси с постоянной угловой скоростью.
18. Горизонтальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность.
19. Определить давление в характерных точках и суммарную силу давления как распределенную нагрузку на стенку.
20. Закон Ньютона для вязкой жидкости.
21. Вертикальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность.
22. Гидростатическое давление. Единицы измерения давления. Приборы, измеряющие давление.
23. Физические свойства жидкости.
24. Уравнение Эйлера.
25. Вертикальный щит перегораживает канал прямоугольного сечения. Глубина воды в канале  $H = 1,5$  м, ширина канала  $B = 2$  м. Определить полное давление воды о щит и найти точку приложения равнодействующей силы давления.
26. Основное уравнение гидростатики.
27. Определение местоположения центра давления.

### *Рейтинг-контроль № 2*

1. Виды движения жидкости.
2. Вычислить гидравлический радиус и смоченный периметр для трубы, залитой водой, диаметром 100 мм.
3. Линия тока. Элементарная струйка. Свойства элементарной струйки.
4. Как зависят потери энергии (напора) от скорости при ламинарном и турбулентном режимах?
5. Как меняется давление по длине трубы, если напорная линия параллельна оси?
6. Живое сечение, расход жидкости, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус.
7. Чем отличается уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости? Запишите эти уравнения.
8. По трубе диаметром 100 мм и длиной 50 м протекает вода. Расход воды 20 л/с, коэффициент гидравлического трения  $\lambda = 0,032$ , показания манометра  $M_1 = 60$  кПа. Определить показания манометра  $M_2$ , установленного в конце трубы.
9. Уравнение неразрывности для элементарной струйки.
10. Какова структура потока при турбулентном режиме движения жидкости? Какие трубы называются гидравлически гладкими, а какие – шероховатыми?
11. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
12. Какой режим существует в трубе диаметром  $d$ , если  $Re = 500$ ,  $Re = 50000$ ?
13. Как изменяются потери напора и коэффициент  $\lambda$  в гидравлически гладких трубах и в зоне квадратичного сопротивления с увеличением вязкости жидкости?
14. Уравнение движения идеальной жидкости.
15. От каких факторов и как зависят потери напора, коэффициент  $\lambda$  при ламинарном и турбулентном режимах движения?
16. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

17. Определить потери напора по длине для стального трубопровода длиной  $l = 500$  м,  $d = 100$  мм,  $\lambda = 0,033$ ,  $Q = 10$  л/с.
18. Энергетическая сущность уравнения Бернулли.
19. Что такое пьезометрическая и напорная линия? Что такое пьезометрический и гидравлический уклон?
20. Определить режим движения воды по трубопроводу диаметром  $d = 10$  мм.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
22. Могут ли оставаться постоянными (увеличиваться, уменьшаться) вдоль течения пьезометрический и гидродинамический напоры при движении потока вязкой жидкости?
23. Геометрическая сущность уравнения Бернулли.
24. По горизонтальной трубе переменного сечения протекает вода. Расход воды  $Q = 50$  л/с,  $d_1 = 75$  мм,  $d_2 = 250$  мм,  $d_3 = 100$  мм. Определить скорость движения жидкости в каждом сечении и режим течения.
25. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
26. По наклонной трубе движется вода. Расход воды  $Q = 1$  л/с,  $d = 15$  мм, показание пьезометра в 1-м сечении –  $h_{p1} = 100$  мм, во 2-м сечении –  $h_{p2} = 85$  мм,  $z_1 = 50$  мм. Определить пьезометрический и гидравлический напоры, потери напора по длине. Построить напорную и пьезометрическую линии при  $z_2 = 30$  мм,  $l = 5$  м,  $\lambda = 0,03$ .
27. Режимы движения жидкости.
28. Закон распределения скоростей при ламинарном режиме течения. Формула Дарси.
29. Турбулентный режим течения жидкости, Структура потока.
30. Какая удельная энергия всегда только убывает вдоль потока жидкости? Запишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
31. Понятие осредненной скорости.
32. Дифференциальное уравнение линии тока.
33. Верхняя и нижняя критические скорости. Число Рейнольдса.
34. Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$ .

### *Рейтинг-контроль № 3*

1. В бак, разделенный перегородкой на два отсека, подается вода в количестве  $Q = 4$  л/с. В перегородке бака имеется цилиндрический насадок диаметром  $d$ , длиной  $3d$ . Вода из второго отсека через отверстие  $d_1$  поступает в атмосферу. Определить высоты  $H_1$  и  $H_2$  при  $d = 50$  мм,  $d_1 = 32$  мм.
2. Определить расход воды в горизонтальной трубе, соединяющей два резервуара с параметрами  $d_1 = 10$  мм,  $d_2 = 12$  мм,  $l_1 = 50$  мм,  $l_2 = 50$  мм, если возвышение воды над осью трубки в левом сосуде равно  $h_1 = 1,5$  м, а в правом –  $h_2 = 1,5$  м, показания манометров равны  $M_1 = 2,1$  ат и  $M_2 = 1,2$  ат соответственно; возвышение оси трубки над данным сосудом составляет 30 мм.
3. Определить расход воды, протекающей по трубопроводу, соединяющему резервуары А и В, разность уровней в которых  $H = 15$  м. В резервуаре А поддерживается избыточное давление  $p = 2,5$  ат; вакуумметр С, установленный на сосуде В, показывает  $p_{\text{вак}} = 0,5$  ат. Диаметр резервуара А  $D = 5$  м, диаметр резервуара В –  $d = 0,3$  м. Потери напора по всей системе  $h_{\text{А-В}} = 12$  м.
4. Определить потери напора на трение по длине водопровода диаметром  $d = 15$  см и длиной  $l = 10$  км, если расход воды  $Q = 35$  л/с.
5. Истечение воды из закрытого вертикального сосуда в атмосферу происходит при постоянном геометрическом напоре  $h = 3$  м через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d = 8$  см. Определить давление, необходимое на свободной поверхности воды в сосуде, чтобы расход при истечении был равен 50 л/с.
6. Местные сопротивления. Внезапное расширение потока, формула Борда
7. Центробежные насосы. Классификация центробежных насосов.
8. Параллельное и последовательное соединение насосов.
9. Местные сопротивления.
10. Работа центробежных насосов в сети.
11. Расчет длинных трубопроводов.
12. Расчет коротких трубопроводов.
13. Гидравлический удар в трубопроводах.

14. Расчет газопроводов низкого давления.
15. Расчет газопроводов высокого давления.

## 5.2. Промежуточная аттестация

### *Вопросы к зачету*

1. Физические свойства жидкости.
2. Силы, действующие на жидкость.
3. Свойства гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики.
5. Относительный покой жидкости.
6. Сила давления жидкости на плоскую стенку.
7. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность.
8. Виды движения жидкости.
9. Линия тока. Трубка тока. Элементарная струйка. Живое сечение. Расход жидкости. Средняя скорость. Смоченный периметр. Гидравлический радиус.
10. Уравнение движения идеальной жидкости.
11. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
13. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
14. Геометрическая и энергетическая сущность уравнения Бернулли.
15. Гидравлический и пьезометрический уклон.
16. Режимы течения жидкости.
17. Закон распределения скоростей при ламинарном режиме.
18. Турбулентный режим течения жидкости. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Осредненная скорость.
19. Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха.
20. Потери напора в местных сопротивлениях. Формула Вейсбаха.
21. Классификация потерь напора.
22. Расчет гидравлически длинного трубопровода.
23. Расчет всасывающей трубы центробежного насоса.
24. Расчет сифонного трубопровода.
25. Расчет трубопровода из последовательно соединенных труб.
26. Расчет трубопровода из параллельно соединенных труб.
27. Классификация центробежных насосов.
28. Принцип действия центробежного насоса.
29. Характеристики центробежного насоса.
30. Последовательное соединение центробежных насосов.
31. Параллельное соединение центробежных насосов.

## 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Поверхностное натяжение.
2. Растворимость газов в капельных жидкостях.
3. Адсорбция.
4. Многокомпонентные жидкости.
5. Неньютоновские жидкости.
6. Линия тока.
7. Элементы кинематики вихревого движения
8. Виды местных сопротивлений.
9. Кавитационные режимы движения жидкости.
10. Истечение жидкости через широкое отверстие в боковой стенке.
11. Трубопроводы со стенками из упругого материала.
12. Методы предотвращения негативных явлений гидравлического удара.
13. Движение жидкости в безнапорных трубопроводах.
14. Движение неньютоновских жидкостей.

## 15. Движение вязкопластичных жидкостей в трубах.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книжное обеспечение

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература</b>			
1. Вольвак С.Ф. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 438 с. 978-5-16-015659-0.	2021		<a href="https://znanium.com/catalog/product/1045063">https://znanium.com/catalog/product/1045063</a>
2. Вольвак С.Ф. Гидравлика. Практикум: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 318 с. 978-5-16-015660-6	2021		<a href="https://znanium.com/catalog/product/1846560">https://znanium.com/catalog/product/1846560</a>
3. Малый В.П. Гидравлика. Гидродинамика: руководство к решению задач: учеб. пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2021. – 223 с.	2021		<a href="https://znanium.com/catalog/product/1354570">https://znanium.com/catalog/product/1354570</a>
4. Юдаев В.Ф. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 423 с. 978-5-16-014497-9.	2021		<a href="https://znanium.com/catalog/product/996354">https://znanium.com/catalog/product/996354</a>
5. Сазанов И.И., Схиртладзе А.Г., Иванов В.И. Гидравлика: учебник. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-906818-77-5.	2021	–	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1313054">https://znanium.com/catalog/product/1313054</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа: учебник. – М.: Инфра-М. – 272 с. 978-5-16-011848-2.	2019	–	<a href="http://znanium.com/catalog/product/1000106">http://znanium.com/catalog/product/1000106</a>
2. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник. – М.: Инфра-М. – 704 с. 978-5-16-013367-6.	2018	–	<a href="http://znanium.com/catalog/product/926430">http://znanium.com/catalog/product/926430</a>
3. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 420 с. 978-5-16-009983-5.	2019	–	<a href="http://znanium.com/catalog/product/937454">http://znanium.com/catalog/product/937454</a>
4. Ухин Б.В. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 464 с. 978-5-8199-0380-3.	2019		<a href="https://znanium.com/catalog/product/1014434">https://znanium.com/catalog/product/1014434</a>
5. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-8199-0436-7.	2017	–	<a href="http://znanium.com/catalog/product/780644">http://znanium.com/catalog/product/780644</a>

### 6.2. Периодические издания

1. АВОК.
2. Гидравлика и пневматика.
3. Гидравлика–Пневматика–Приводы.

### 6.3. Интернет-ресурсы

1. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.



2. Сологаев В.И. Учебный сайт по гидравлике // <http://sologaev2010.narod.ru>.

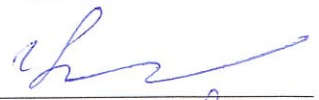
## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером.

Для проведения лабораторных работ имеется лаборатория общей гидравлики, оснащенная следующим оборудованием:

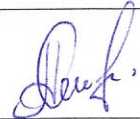
- приборы для измерения давления;
- стенд «Режимы течения жидкости»;
- стенд гидравлический универсальный ТМЖ2М.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Угорова С.В.



Рецензент: к.т.н.,

Генеральный директор ООО «НПП Газрегистр» Стариков А.Н.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 11 от 24 августа 2022 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Протокол № 1 от 31 августа 2022 года.

Председатель комиссии

д.т.н., профессор, зав. кафедрой ТМС Морозов В.В.

