

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

« 27 » 05 А.А. Панфилов  
2019 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ»

Направление подготовки – 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки – «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Уровень высшего образования – бакалавриат (академический)

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоемкость, зач. ед., час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	3 зач. ед., 108 часов	18	–	18	72	Зачет с оценкой
Итого	3 зач. ед., 108 часов	18	–	18	72	Зачет с оценкой

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Целями освоения дисциплины* «Насосы, вентиляторы, компрессоры» является: обучение студентов принципам работы, основам расчетов, проектирования, регулирования и эксплуатации систем, механизмов и устройств, предназначенных для повышения давления, подачи и перемещения различных сред, а также планированию и проведению мероприятий по повышению эффективности работы данного оборудования.

*Задачами изучения дисциплины являются:*

- знание устройства насосов и вентиляторов;
- освоение основ теории центробежного колеса и осевого колеса;
- освоение методов подбора тягодутьевых машин и насосов для конкретных проектов;
- освоение методов определения характеристик насосов и вентиляторов;
- знание методов измерения расходов воды и воздуха.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ» В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Насосы, вентиляторы, компрессоры» (Б1.В.ДВ.9.1) относится к вариативной части дисциплин по выбору профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция» и читается в 5-м семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин «Математика», «Информатика», «Физика», «Теоретическая механика», «Механика жидкости и газа», – и служит основой для изучения дисциплин профильной направленности.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.* Студент должен:

**Знать:**

- основные положения, полученные студентами в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: информатики, механики жидкости и газа, теоретических основ теплотехники;
- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;
- основы термодинамической эффективности теплового оборудования и теплообменных процессов.

**Уметь:**

- проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата;
- пользоваться справочной технической литературой.

**Владеть:**

- первичными навыками и основными методами решения математических задач.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);
- умеет использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности (ОПК-8);
- способен участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4);
- обладает знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13);
- владеет методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, автоматизированных систем проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-14).

*Требования к выпускным знаниям, умениям и компетенциям. Студент должен:*

#### **Знать:**

- устройство и принцип работы НВК;
- методы расчета основных характеристик НВК;
- методы обоснования, разработки и проектирования основных параметров и режимов работы НВК и рабочих узлов;
- основные направления и тенденции развития научно-технического прогресса в области НВК.

#### **Уметь:**

- практически определять регулировочные и технологические параметры и режимы работы систем НВК;
- определять причины нарушения технологического процесса систем и устройств НВК, устранять их неисправности;
- проводить технологические и эксплуатационные расчеты отдельных узлов и механизмов;
- пользоваться справочной технической литературой.

#### **Владеть:**

- навыками выполнения настроек систем НВК для различных технологических процессов;
- методиками технологических и эксплуатационных расчетов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Введение. Классификация гидравлических машин по принципу действия	5	1-2	2		2			8		1/25%	
2	Теоретические основы работы лопастных нагнетателей и компрессоров	5	3-4	2		2			8		1/25%	
3	Работа лопастных нагнетателей в сети	5	5-6	2		2			8		1/25%	1 рейтинг-контроль
4	Теоретические основы работы объемных нагнетателей	5	7-8	2		2			8		1/25%	
5	Насосы в системах ТГВ	5	9-10	2		2			8		1/25%	
6	Струйные аппараты	5	11-12	2		2			8		1/25%	2 рейтинг-контроль
7	Вентиляторы в системах ТГВ	5	13-14	2		2			8		1/25%	
8	Компрессоры в системах ТГВ	5	15-16	2		2			8		1/25%	
9	Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией	5	17-18	2		2			8		1/25%	3 рейтинг-контроль
<b>Всего</b>				<b>18</b>		<b>18</b>			<b>72</b>		<b>9/25%</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 5.1. Основные виды образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры»

Для изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- *проведение лекционных занятий*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций с использованием проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний;
- *лабораторные работы* – предусматривают приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований;

- *проблемное обучение* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов;
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, лабораторным работам, оформление конспектов лекций, написание отчетов по лабораторным работам, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде;
- *работа в команде* (работа в малой группе) используется при выполнении лабораторных работ, при этом предусматривается приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований. Содержание лабораторных работ раскрывается лабораторным практикумом.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 25% аудиторных занятий.

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела	Наименование работы	Кол-во часов
1	1	Конструкции центробежных насосов. Изучение оборудования, учебных стендов и техники безопасности при эксплуатации насосных установок	2
2	1	Испытания насосной установки. Испытание лопастного насоса. Измерение энергетических параметров насоса: подачи $Q$ , напора $H$ , мощности $N$ , КПД $\eta$ .	4
3	2	Исследование погружного насоса. Измерение энергетических параметров насоса.	4
4	3	Совместная работа нагнетателей. Измерение параметров насосов: подачи $Q$ и напоров $H_1, H_2, H_{\Sigma}$ Измерение параметров насосов: напора $H$ и подач $Q_1, Q_2, Q_{\Sigma}$	4
5	4	Испытания вентилятора. Измерение параметров установки: напора $P$ и подачи $L$ при различных режимах работы вентилятора (подача воздуха регулируется шибером)	4

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

### 6.1. Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

#### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Энергетические характеристики центробежного насоса. Уравнение Бернулли для нагнетателя.

2. Уравнение полного давления, развиваемого осевым нагнетателем. Теорема Жуковского.
3. Влияние формы лопаток на величину теоретического давления, развиваемого нагнетателями.
4. Определение мощности насоса и выбор двигателя к нему.
5. КПД насоса и насосной станции.
6. Теоретический напор (основное уравнение) центробежного насоса.
7. Теоретическая характеристика центробежного насоса  $H - Q$ .
8. Высота всасывания центробежного насоса.
9. Геометрическая и вакуумметрическая высота всасывания насоса.
10. Кавитация в центробежном насосе и меры борьбы с ней.
11. Полная высота подъема жидкости центробежными насосами.
12. Определение напора по показаниям приборов.
13. Законы подобия центробежных насосов. Формулы пересчета.
14. Изменение характеристик насоса при обточке рабочего колеса.
15. Изменение энергетических характеристик центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса.
16. Методы регулирования подачи насосов на насосных станциях.
17. Осевое давление и способы его разгрузки.
18. Радиальные силы, возникающие в насосе и способы их разгрузки.

#### *Рейтинг-контроль № 2*

1. Понятие о неустойчивой работе насосов. Помпаж.
2. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Построение графических характеристик.
3. Параллельная работа насосов, расположенных на разных насосных станциях. Построение графических характеристик.
4. Работа центробежных насосов при последовательном включении их в системе подачи.
5. Рабочие характеристики центробежных насосов. Их применение.
6. Графическая характеристика трубопровода. Метод построения.
7. Влияние изменения уровня воды в резервуаре или источнике водоснабжения на режим работы насосов.
8. Техничко-экономические показатели насосов и насосной станции.
9. Порядок пуска и остановки центробежного насоса при работе со всасыванием и подпоре воды.
10. Порядок пуска и остановки осевого насоса.
11. Классификация центробежных насосов.
12. Сравнение всех типов насосов. Их достоинства и недостатки.
13. Понятие о коэффициенте быстроходности.
14. Поршневые насосы. Винтовые насосы, шнеки.
15. Гидроэлеваторы.
16. Принцип устройства и работы воздушного водоподъемника.

17. Вертикальные центробежные насосы. Особенности конструкций.
18. Особенности конструкции погружных насосов.

### *Рейтинг-контроль № 3*

1. Универсальные характеристики вентиляторов. Подбор вентиляторов.
2. Радиальные вентиляторы. Классификация по назначению.
3. Корпус, диффузор радиального нагнетателя. Состав и особенности конструкции радиальных вентиляторов (рабочее колесо, корпус) в зависимости от назначения.
4. Классификация радиальных вентиляторов по направлению вращения, развиваемому давлению, быстроходности. Положение корпуса и схемы исполнения радиальных вентиляторов.
5. Радиальные вентиляторы специального назначения: пылевые, искрозащищенные, дымо-сосы.
6. Канальные вентиляторы.
7. Осевые вентиляторы. Характеристики осевых вентиляторов.
8. Центробежные насосы с мокрым ротором.
9. Центробежные насосы с сухим ротором.
10. Электродвигатели к нагнетателям. Способы и технические средства регулирования частоты вращения электродвигателя.
11. Центробежные нагнетатели с электронным регулированием частоты вращения.
12. Принцип действия струйных нагнетателей. Расчет.
13. Принцип действия и конструкция центробежного компрессора.
14. Принцип работы и типы объемных нагнетателей. Принцип действия и конструкция поршневых компрессоров.
15. Регулирование подачи компрессоров.
16. Теоретическая и действительная диаграмма сжатия рабочего вещества в поршневом компрессоре.

### **6.2. Вопросы к зачету с оценкой**

1. Энергетические характеристики центробежного насоса. Уравнение Бернулли для нагнетателя.
2. Уравнение полного давления, развиваемого осевым нагнетателем. Теорема Жуковского.
3. Влияние формы лопаток на величину теоретического давления, развиваемого нагнетателями.
4. Определение мощности насоса и выбор двигателя к нему.
5. КПД насоса и насосной станции.
6. Теоретический напор (основное уравнение) центробежного насоса.
7. Теоретическая характеристика центробежного насоса  $H - Q$ .
8. Высота всасывания центробежного насоса.
9. Геометрическая и вакуумметрическая высота всасывания насоса.
10. Кавитация в центробежном насосе и меры борьбы с ней.

11. Полная высота подъема жидкости центробежными насосами.
12. Определение напора по показаниям приборов.
13. Законы подобия центробежных насосов. Формулы пересчета.
14. Изменение характеристик насоса при обточке рабочего колеса.
15. Изменение энергетических характеристик центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса.
16. Методы регулирования подачи насосов на насосных станциях.
17. Осевое давление и способы его разгрузки.
18. Радиальные силы, возникающие в насосе и способы их разгрузки.
19. Понятие о неустойчивой работе насосов. Помпаж.
20. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Построение графических характеристик.
21. Параллельная работа насосов, расположенных на разных насосных станциях. Построение графических характеристик.
22. Работа центробежных насосов при последовательном включении их в системе подачи.
23. Рабочие характеристики центробежных насосов. Их применение.
24. Графическая характеристика трубопровода. Метод построения.
25. Влияние изменения уровня воды в резервуаре или источнике водоснабжения на режим работы насосов.
26. Техничко-экономические показатели насосов и насосной станции.
27. Порядок пуска и остановки центробежного насоса при работе со всасыванием и подпорой воды.
28. Порядок пуска и остановки осевого насоса.
29. Классификация центробежных насосов.
30. Сравнение всех типов насосов. Их достоинства и недостатки.
31. Понятие о коэффициенте быстроходности.
32. Поршневые насосы. Винтовые насосы, шнеки.
33. Гидроэлеваторы.
34. Принцип устройства и работы воздушного водоподъемника.
35. Вертикальные центробежные насосы. Особенности конструкций.
36. Особенности конструкции погружных насосов.
37. Универсальные характеристики вентиляторов. Подбор вентиляторов.
38. Радиальные вентиляторы. Классификация по назначению.
39. Корпус, диффузор радиального нагнетателя. Состав и особенности конструкции радиальных вентиляторов (рабочее колесо, корпус) в зависимости от назначения.
40. Классификация радиальных вентиляторов по направлению вращения, развиваемому давлению, быстроходности. Положение корпуса и схемы исполнения радиальных вентиляторов.
41. Радиальные вентиляторы специального назначения: пылевые, искрозащищенные, дымо-сосы.



42. Канальные вентиляторы.
43. Осевые вентиляторы. Характеристики осевых вентиляторов.
44. Центробежные насосы с мокрым ротором.
45. Центробежные насосы с сухим ротором.
46. Электродвигатели к нагнетателям. Способы и технические средства регулирования частоты вращения электродвигателя.
47. Центробежные нагнетатели с электронным регулированием частоты вращения.
48. Принцип действия струйных нагнетателей. Расчет.
49. Принцип действия и конструкция центробежного компрессора.
50. Принцип работы и типы объемных нагнетателей. Принцип действия и конструкция поршневых компрессоров.
51. Регулирование подачи компрессоров.
52. Теоретическая и действительная диаграмма сжатия рабочего вещества в поршневом компрессоре.
53. Принцип работы винтовых и спиральных компрессоров. Теоретическая и действительная диаграмма сжатия в спиральном и винтовом компрессоре.
54. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией при работе насосов, вентиляторов, компрессоров.

### **6.3. Вопросы к СРС**

1. Кавитация и борьба с ней.
2. Приближенные формулы подачи и напора насоса.
3. Определение напора насоса по показаниям приборов.
4. Влияние изменения уровня воды в источнике и напорном резервуаре на режим работы насосов при заданном сопротивлении системы трубопроводов.
5. Особенности конструкций погружных насосов и насосов, применяемых для перекачивания загрязненных и агрессивных жидкостей.
6. Способы заливки центробежных насосов.
7. Центробежные насосы с мокрым ротором, конструкция, принцип действия, область применения.
8. Характеристики насосов с электронным управлением.
9. Центробежные насосы с сухим ротором.
10. Конструктивные особенности гидроэлеваторов, эжекторов.
11. Пылевые вентиляторы, дымососы, взрывозащищенные вентиляторы.
12. Характеристики диаметральных вентиляторов.
13. Требования к установке вентилятора в сети.
14. Влияние входных элементов: коробок, колен и т.п., влияние выходных элементов: диффузоров, отводов на эффективность работы вентилятора.
15. Многоступенчатые центробежные компрессоры в холодильной технике.
16. Энергосбережение при работе компрессоров.
17. Средства снижения шума.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ»**

### **7.1. Основная литература**

1. Беркин А.Б., Василевский А.И. Физические основы вакуумной техники: учеб. пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – 84 с. (ЭБС «Znanium»)
2. Гидравлика, пневматика и термодинамика: Курс лекций / Под ред. В.М. Филина. – М.: Инфра-М, 2015. – 320 с. (ЭБС «Znanium»)
3. Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2013. – 432 с. (ЭБС «Консультант студента»)
4. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры: справ. / Под ред. Е. М. Рослякова. – СПб.: Политехника, 2015. – 822 с. (ЭБС «Консультант студента»)
5. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 320 с. (ЭБС «Znanium»)

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Быстрицкий Г.Ф., Киреева Э.А. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий: справ. – М.: Машиностроение, 2012. – 512 с. (ЭБС IPRBooks)
2. Варфоломеев Ю.М., Орлов В.А. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебник. – М.: Инфра-М, 2014. – 256 с.
3. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 624 с. (ЭБС «Znanium»)
4. Комков В.А., Тимахова Н.С. Насосные и воздуходувные станции: учебник. – М.: Инфра-М, 2009. – 253 с. (Библ. ВлГУ)
5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Насосы» / Сост.: А.Я. Олькин, Б.Н. Борисов. – Владимир: ВлГУ, 2009. – 36 с. (Библ. ВлГУ)
6. Перевозищikov С.И. Конструкция центробежных насосов (общие сведения): учеб. пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 228 с. (ЭБС IPRBooks)
7. Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения: учебник / Е.М. Росляков [и др.]. – СПб.: Политехника, 2012. – 350 с. (ЭБС IPRBooks)

### **7.3. Периодические издания**

1. «АВОК».
2. «Технологии интеллектуального строительства».
3. «Сантехника».

#### 7.4. Интернет-ресурсы

1. <http://automation.croc.ru> // КРОК – Инженерные системы зданий.
2. <http://www.abok.ru> // АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике.


#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ»

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

Для проведения лабораторных работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- приборы для исследования работы систем вентиляции (анемометр, психрометр, контактный термометр, шумомер);
- модульная система BlowerDoor MultipleFan («Аэродверь»);
- аэродинамический стенд.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению бакалавриат 08.03.01 «Строительство» и профилю подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Мельников В.М. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 

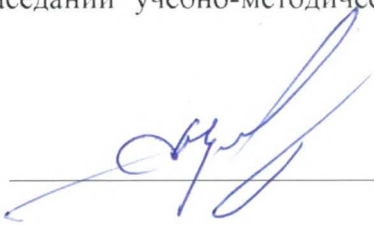
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 9 от 21 мая 2019 года.

И.о. зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 9 от 27 мая 2019 года.

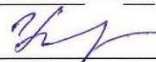
Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 28.05 2019 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09 2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2021/2022 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08 2021 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 17 мая 2022 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

