

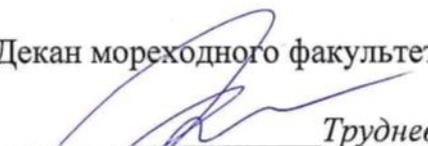
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного факультета

  
Труднев С.Ю.

30 января 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Экспериментальные методы исследований»**

направление:

16.03.03 «Холодильная, криогенная техника  
и системы жизнеобеспечения»  
(уровень бакалавриата)

профиль

«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский,  
2024 г.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Составитель рабочей программы

профессор кафедры ТМО



д.ф.-м.н., С.Н. Царенко

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» 29» января 2024 г. протокол № 6.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«29» января 2024 г.



А. В. Костенко

## 1. Цель и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» является одной из основных дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» профиль «Холодильная техника и технологии».

*Целью* преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными методами и приборами для измерений физических параметров, методами анализа и обработки экспериментальных данных, а также формирование у студентов навыков работы на экспериментальных установках.

*Задачами* изучения дисциплины «Экспериментальные методы исследований» является приобретение знаний о современных методах экспериментальных исследований и информационно-измерительных системах; умения и навыков теоретического анализа; практические умения и навыки работы с современной измерительной, регистрирующей и обрабатывающей аппаратурой.

Освоение курса позволит студентам применять полученные знания при разработке и эксплуатации низкотемпературных систем, проводить необходимые термодинамические, тепловые и конструктивные расчеты, модернизировать работу оборудования и контролировать теплофизические процессы.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

**ПК-1 Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в профессиональной деятельности**

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> : Знает цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. ИД-2 <sub>ПК-1</sub> : Умеет применять нормативную документацию в профессиональной деятельности. ИД-3 <sub>ПК-1</sub> : Владеет навыками применения методов анализа научно-технической информации в профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> - физические принципы, положенные в основу методов исследования и работы измерительных приборов; - основные методы измерений теплофизических параметров веществ; - характеристики и принцип действия измерительных установок; - методы анализа и обработки экспериментальных данных.	3(ПК-1)1  3(ПК-1)2  3(ПК-1)3  3(ПК-1)4

			<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать справочной и технической литературой по методам и приборам и для измерений теплофизических параметров;</li> <li>- планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели;</li> <li>- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры к их устранению;</li> <li>- анализировать результаты измерений.</li> </ul>	<p>У(ПК-1)1</p> <p>У(ПК-1)2</p> <p>У(ПК-1)3</p> <p>У(ПК-1)3</p>
			<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик конкретных низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов.</li> <li>- навыками исследования и испытания холодильные установок, машин и аппаратов в процессе их создания и эксплуатации.</li> </ul>	<p>В(ПК-1)1</p> <p>В(ПК-1)2</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Электротехника и электроника» и «Основы научных исследований».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы

### 4. Содержание дисциплины

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» преподавание дисциплины реализуется в 4 семестре обучения.

#### 2.1 Тематический план дисциплины по очной форме обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			

<b>Раздел 1. Методология экспериментальных исследований</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>О</b>	
Тема 1. Методы и приемы исследований	25	16	10	6		9	ПЗ О Рф	
Тема 2. Методы и средства измерений	29	20	8	12		9	ПЗ О Рф	
<b>Раздел 2. Измерительные приборы и обработка результатов измерений</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>О</b>	
Тема 3. Измерительные приборы	23	14	8	6		9	ПЗ О Рф	
Тема 4. Обработка результатов измерений	31	22	10	12		9	ПЗ О Рф	
<b>Зачет с оценкой</b>								
<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		

*Примечание: О – опрос; ПЗ – практическое задание; РФ – реферат (доклад).*

### **Раздел 1. Методология экспериментальных исследований**

#### **Тема 1. Методы и приемы исследований**

*Лекция. Введение*

*Рассматриваемые вопросы.* Роль экспериментальных исследований в холодильной технике и в промышленности. Роль измерений в холодильной технике. Анализ современного состояния и перспективы развития низкотемпературной техники в различных областях науки и техники.

*Лекция. Методология исследований. Методы и приемы исследований.*

*Рассматриваемые вопросы.* Понятие методологии, метода и методики. Уровни методов исследования: эмпирический уровень, экспериментальный, теоретический, метатеоретический. Задачи теоретических исследований. Типы теоретических задач. Физические свойства, величины и шкалы. Физические величины. Системы физических величин и их единиц.

*Практическое занятие.* Определение продолжительности замораживания продукта.

*Содержание занятия.* Температура замораживания является наиболее значительным фактором, оказывающим влияние на качество продукта, так как вследствие интенсификации холодильной обработки снижается негативное воздействие холода на его физико-химические и структурные свойства. В соответствии с исходными данными определить продолжительность замораживания продукта при различных условиях.

*Практическое занятие.* Определение скорости замораживания продукта.

*Содержание занятия.* Определение продолжительности замораживания продукта при различных значениях толщины продукта и температуры охлаждающей среды.

*Практическое занятие.* Определение скорости замораживания продукта при различных условиях

*Содержание занятия.* В соответствии с исходными данными определить скорость замораживания продукта при различных условиях и построение зависимости скорости замораживания от температуры охлаждающей среды и коэффициента теплоотдачи.

#### **Тема 2. Методы и средства измерений**

*Лекция. Измерения в холодильной технике.*

*Рассматриваемые вопросы.* Научные и технические достижения в измерительной технике. Метрология – как основа современных измерений. Создание и внедрение Международной системы единиц физических величин. Разработка методов и средств измерений. Определение точности измерений. Обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений.

*Лекция.* Классификация измерений.

*Рассматриваемые вопросы* Классификация измерений по виду измеряемой величины (механические, тепловые, линейно-угловые, электрические, виброакустические, физико-химические измерения). Классификация измерений по способу получения результатов (прямые и косвенные). Классификация измерений по характеру изменений измеряемой величины.

*Лекция.* Методология и классификация экспериментальных исследований

*Рассматриваемые вопросы.* Структура (проект) эксперимента. Разработка плана – программы эксперимента. Оценка измерений и выбор средств измерений. Лабораторные и производственные экспериментальные исследования. Естественные и искусственные эксперименты. Проведение эксперимента.

*Практическое занятие.* Особенности работы тепловой изоляции холодильных сооружений. Определение коэффициента теплопередачи ограждений холодильников

*Содержание занятия.* Определение коэффициента теплопередачи ограждения. Это даст возможность составления плана восстановительного ремонта ограждения холодильника, а также проверки качества выполнения работ по изоляции ограждений.

*Практическое занятие.* Изучение схемы и принципа работы парокompрессионного теплового насоса.

*Содержание занятия.* Изучение схемы и состава теплового насоса. Построение действительного цикла парокompрессионного теплового насоса. Определение основных характеристик работы холодильной установки.

*Практическое занятие.* Определение коэффициента теплоотдачи при принудительном движении воздуха.

*Содержание занятия.* Исследование зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости движения воздуха при вынужденной конвекции.

## ***Раздел 2. Измерительные приборы и обработка результатов измерений***

### **Тема 3. Измерительные приборы**

*Лекция.* Определения и классификация приборов измерения.

*Рассматриваемые вопросы.* Аналоговые и цифровые измерительные приборы. Показывающие, регистрирующие и комбинированные измерительные приборы. Первичные, промежуточные и передающие измерительные преобразователи.

*Лекция.* Метрологические характеристики средств измерений. Результаты и погрешности измерений.

*Рассматриваемые вопросы.* Динамические характеристики средств измерений. Нормативно-технические и действительные характеристики. Классы точности средств измерений. Проведение наблюдений и определение их результатов. Определение результата измерений путем обработки результатов наблюдений. Оценка точности выполненного измерения путем вычисления погрешностей.

*Практическое занятие.* Снятие цикла одноступенчатой парокompрессионной холодильной установки.

*Содержание занятия.* Целью работы является овладение навыками снятия характеристик действующей холодильной машины, получение величин, характеризующих эффективность работы как отдельных ее элементов, так всей холодильной машины в целом. Испытания про-

водятся по внешнему тепловому балансу при установившемся режиме работы. Анализ отклонений действительной работы холодильной установки от теоретической.

*Практическое занятие.* Определение параметров влажного воздуха

*Содержание занятия.* Изучение различных способов измерения параметров влажного воздуха

*Практическое занятие.* Изучение принципа действия и конструкции термометра расширения

*Содержание занятия.* Изучение принципа действия и конструкции стеклянных жидкостных термометров расширения. Определение погрешности измерения технического термометра

#### **Тема 4. Обработка результатов измерений**

*Лекция.* Систематические погрешности. Методы определения и уменьшения систематических погрешностей. Случайные погрешности и методы их определения.

*Рассматриваемые вопросы.* Классификация систематических погрешностей. Инструментальные, методические и субъективные погрешности. Постоянные и переменные погрешности. Необнаруживаемые систематические погрешности. Определение постоянных погрешностей. Нормированная погрешность. Поверка средств измерений. Средство измерения с индивидуальной градуировкой. Пределы допустимых погрешностей. Измерение быстроменяющихся величин. Динамические погрешности. Погрешности относительно текущего значения измеряемой величины. Погрешности, отнесенные к нормализующему значению. Инерционность первичного преобразователя.

*Лекция.* Система обеспечения единства измерений. Анализ экспериментальных данных.

*Рассматриваемые вопросы.* Поддержание единства измерений. Осуществление государственных испытаний и аттестаций средств измерений. Организация и проведение первичных и периодических поверок. Осуществление учета и надзора за средствами измерения. Разработка методов измерений и обработки экспериментальных данных.

*Практическое занятие.* Определение теплоемкости замороженных морепродуктов (гидробионтов) при различных условиях.

*Содержание занятия.* Определение теплоемкости замороженных морепродуктов (гидробионтов) при различных условиях в соответствии с исходными данными.

*Практическое занятие.* Определение коэффициента температуропроводности продукта.

*Содержание занятия.* Определение коэффициента температуропроводности при охлаждении продукта до криоскопической температуры и коэффициент температуропроводности при замораживании.

*Практическое занятие.* Определение коэффициента теплоотдачи.

*Содержание занятия.* Определение коэффициента теплоотдачи при различных режимах в соответствии с исходными данными.

### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды работ:

- проработка (углубленное изучение) лекционного материала, работа с конспектами лекций;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка рефератов (докладов);

- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- подготовка к текущему (опрос) и итоговому контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Подготовка рефератов (докладов) по следующей тематике:

- интегрирующая цепочка;
- пределы измеряемых величин, выбор цены деления;
- логарифмическая шкала;
- способы вывода информации с измерительных приборов;
- методы измерения линейных величин, микрометр, оптиметр;
- измерительный микроскоп;
- методы измерения линейных величин, измерительный проектор;
- компаратор, катетометр, нивелир;
- методы измерения линейных величин, дальномер, локатор, эхолот.
- методы измерения угловых величин, гониометр, коллиматор, буссоль, кипрегель, теодолит, секстан;
- методы угловой ориентации приборов, магнитный компас, гирокомпас;
- методы определения площади поверхности и объема;
- методы определения расхода жидкостей и газов;
- методы определения временных промежутков, кварцевые и квантовые часы;
- методы определения временных промежутков, таймеры, реле.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ЭКЗАМЕН)**

1. Роль экспериментальных исследований в холодильной технике и в промышленности.
2. Роль измерений в холодильной технике.
3. Анализ современного состояния и перспективы развития холодильной техники в различных областях промышленности. Методы познания.
4. Понятие методологии, метода и методики. Уровни методов исследования (эмпирический уровень, экспериментальный, теоретический, метатеоретический).
5. Научные и технические достижения в измерительной технике. Создание и внедрение Международной системы единиц физических величин.
6. Понятие абстракция, сравнение, индукция, дедукция, анализ, синтез, обобщение, аналогия, гипотеза.
7. Продолжительность замораживания продукта при различных условиях.
8. Скорость замораживания продукта при различных условиях.
9. Коэффициент температуропроводности при охлаждении продукта.
10. Задачи теоретических исследований. Типы теоретических задач.
11. Определение точности измерений. Обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений.
12. Классификация измерений по виду измеряемой величины (механические, тепловые, электрические, виброакустические, физико-химические измерения).
13. Классификация измерений по способу получения результатов (прямые и косвенные).
14. Структура (проект) эксперимента. Разработка плана – программы эксперимента. Оценка измерений и выбор средств измерений.
15. Лабораторные и производственные экспериментальные исследования.
16. Естественные и искусственные эксперименты. Проведение эксперимента.
17. Аналоговые и цифровые измерительные приборы. Показывающие, регистрирующие и комбинированные измерительные приборы.
18. Первичные, промежуточные и передающие измерительные преобразователи.
19. Динамические характеристики средств измерений. Классы точности средств измерений.

20. Проведение наблюдений и определение их результатов.
21. Оценка точности выполненного измерения путем вычисления погрешностей.
22. Определение постоянных погрешностей. Поверка средств измерений. Пределы допустимых погрешностей.
23. Измерение быстроменяющихся величин. Динамические погрешности.
24. Осуществление государственных испытаний и аттестаций средств измерений.
25. Осуществление учета и надзора за средствами измерений.
26. Влияние толщины продукта на продолжительность замораживания.
27. Коэффициент теплоотдачи между охлаждаемой поверхностью и хладоносителем.
28. Теплота, выделяемая единицей массы продукта при замораживании.
29. Влияние коэффициента теплоотдачи на продолжительность замораживания.
30. Влияние температуры среды на продолжительность замораживания.
31. Допущения при расчете продолжительности замораживания по модели Планка.
32. Изменение коэффициента теплопроводности при охлаждении.
33. Изменение коэффициента теплопроводности при замораживании.
34. Изменение коэффициента теплопроводности при домораживании.
35. Характер изменения плотности при замораживании.
36. Коэффициент температуропроводности при охлаждении до криоскопической температуры.
37. Коэффициент температуропроводности при замораживании.
38. Ламинарный режим течения для пластины
39. Турбулентный режим течения для пластины
40. Критерий Нуссельта для ламинарного режима течения
41. Критерий Нуссельта для турбулентного режима течения
42. Коэффициент теплоотдачи при различных температурах и скоростях движения воздуха

## **7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### *Основная литература*

1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский; Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с. (40 экз.)
2. Нуждин А.С., Ужанский В.С. Измерения в холодильной технике. – М.: Агропром-издат, 1986. – 303 с. (3 экз.)

### *Дополнительная литература*

3. Лямкин А. И., Михлин Ю. Л. Экспериментальные методы исследований, М.: Агропромиздат, 2007. – 203 с.
4. Грановский В. А., Сирая Т. Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л. Энергоатомиздат, 1990.
5. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. Изд. 5-е. – М.: Энергия, 1979. – с. 186.
6. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические приборы и измерения. Для студентов вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 232 с.
1. Журнал «Холодильная техника».
2. Журнал "Холодильная техника".
3. Журнал «Холодильный бизнес».

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [сайт]. URL: <http://www.elibrary.ru>;
2. Камчатский государственный университет: [сайт]. URL: <http://www.kamchatgu.ru>;
3. <http://www.holodilshchik.ru>;
4. <http://www.bitzer.ru>;
5. <http://www.danfoss.com/ru-ru>.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать методические указания:

- Экспериментальные методы исследования: Методические указания по изучению дисциплины / И. П. Сарайкина, Ю. А. Юрков – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019 – 23 с., которые содержат:
  - краткую характеристику дисциплины;
  - цели и задачи изучения дисциплины;
  - содержание лекционных занятий;
  - содержание практических занятий и методические рекомендации по выполнению практических заданий.
  - перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамену);
  - рекомендуемую литературу.
- Экспериментальные методы исследования: Методические указания по выполнению лабораторных работ / И. П. Сарайкина, Ю. А. Юрков – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019 – 66 с.

## **9. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Не предусмотрен.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

Перечень информационно-справочных систем:

- единая информационная образовательная среда университета «ЭИОС КамчатГТУ»;
- электронная библиотечная система;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;
- электронный каталог научно-технической библиотеки КамчатГТУ.

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

Материально-техническая база для осуществления образовательного процесса по дисциплине, имеющаяся в распоряжении КамчатГТУ для проведения лабораторных работ, лекций, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- специализированная учебная аудитория 3-201 (лаборатория «Холодильные машины и установки») с лабораторной установкой, включающей холодильный фреоновый агрегат ФВ5С5-11 и холодильную камеру ХКС-2-65;

- специализированная учебная аудитория 3-216 с лабораторной установкой по изучению работы теплового насоса;
- специализированная учебная аудитория 3-213 с низкотемпературной камерой;
- измерительные приборы ИРТ–4, УКТ–38.
- для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 3-208, оборудованная комплектом учебной мебели;
- читальный зал и библиотечные каталоги научно-технической библиотеки КамчатГТУ;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине Экспериментальные методы исследований

для направления (ний) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»  
специальности (тей)

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО  
(наименование кафедры)

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)