

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович  
Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Дата подписания: 17.07.2023 12:26:52  
Уникальный программный ключ:  
dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. директора Института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А. Н. Костякова  
Бенин Д. М.  
“ 24 ” августа 2022 г.



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.01 Метрологические основы экологических исследований**

для подготовки магистров  
Направление: 05.04.06 Экология и природопользование  
Направленность: Экология и природопользование на водосборных территориях  
Форма обучения очная  
Год начала подготовки: 2021

Курс 1

Семестр 2

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2022 г. начала подготовки.

Разработчик: Евграфов А.В., к. т. н., доцент

«22» августа 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Экологии протокол № 13/22 от «22» августа 2022 г.

Зав. кафедрой экологии

Васенёв И. И., д. б. н., профессор

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой экологии

Васенёв И. И., д. б. н., профессор

«22» августа 2022 г.





**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А. Н. Костякова  
Кафедра экологии

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора Института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А. Н. Костякова

Бенин Д. М.

“ 26 ” августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01 Метрологические основы экологических исследований**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность: Экология и природопользование на водосборных территориях

Курс 1

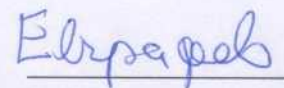
Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

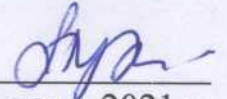
Москва, 2021

Разработчик: Евграфов А.В,  
к. т. н., доцент кафедры Экологии  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева



«23» августа 2021 г.

Рецензент: Пуховская Т. Ю.,  
к. б. н., ведущий научный сотрудник аналитической лаборатории Отдела при-  
родоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н.  
Костякова



«23» августа 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессио-  
нальных стандартов (10.004 Специалист в области оценки качества и эксперти-  
зы для градостроительной деятельности, 13.018 Специалист по эксплуатации  
мелиоративных систем, 15.004 Специалист по водным биоресурсам и аквакуль-  
туре, 40.117 Специалист по экологической безопасности (в промышленности)),  
ОПОП ВО по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользова-  
ние и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 16/21 от «23» августа 2021 г.

Зав. кафедрой Васенёв И. И., д. б. н., профессор

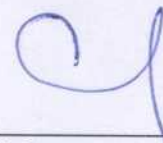


«23» августа 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института мелиорации, водного хозяйства  
и строительства имени А. Н. Костякова

Смирнов А. П., доцент, к. т. н.  
протокол № 13 от «26» августа 2021 г.




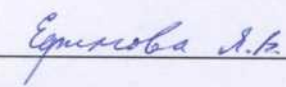
«26» августа 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
Васенёв И. И., д. б. н., профессор



«26» августа 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	15
ПО СЕМЕСТРАМ .....	15
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	19
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	23
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	33
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>34</b>
7.1 Основная литература .....	34
7.2 Дополнительная литература.....	35
7.3 Нормативные правовые акты .....	36
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	36
7.5 нормативно-технические документы.....	37
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>39</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>39</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>40</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>41</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	44
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>44</b>

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины

### Б1.В.01 Метрологические основы экологических исследований

для подготовки **магистров** по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность Экология и природопользование на водосборных территориях

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность управлять проектом (получить практический опыт решения задач в области избранного вида профессиональной деятельности); анализировать и оценивать данные о состоянии окружающей среды, определять влияние антропогенной деятельности, прогнозировать экологическую ситуацию с помощью современных моделей и компьютерных программ, предлагать научно-обоснованные методы снижения антропогенной нагрузки благодаря знаниям алгоритмов производства и обработки измерений; выполнять анализ и экспертную оценку объектов строительной, градостроительной и водохозяйственной деятельности; оценивать и совершенствовать систему экологического менеджмента в организации; осуществлять стратегическое развитие технологических процессов управления водными биоресурсами и объектами аквакультуры (в части метрологического обеспечения контроля и мониторинга среды обитания); осуществлять техническое и организационно-методическое руководство деятельностью по оценке качества и экспертизе.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть (часть, определяемую участниками образовательных отношений) учебного плана по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование и осваивается на 1-м курсе во 2-ом семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2 (индикатор УК-2.3); ПКос-1 (индикатор ПКос-1.1); ПКос-2 (индикатор ПКос-2.1); ПКос-5 (индикатор ПКос-5.5); ПКос-6 (индикаторы ПКос-6.1; ПКос-6.2); ПКос-8 (ПКос-8.1)

**Краткое содержание дисциплины:** Следование метрологическим правилам как залог достоверности и объективности экологических исследований. Специфика природных объектов как объектов измерения. Стадии жизненного цикла продукции, работ и услуг и их метрологическое обеспечение. Основные показатели качества в сфере взаимодействия общества и окружающей среды. Физические величины и единицы их измерения. Правила округления результатов измерения. Алгоритмы обработки результатов однократных, прямых, косвенных и многократных равно- и неравно-рассеянных измерений. Поиск скрытых закономерностей в рядах наблюдений и определение законов распределения вероятности значений измеряемых показателей состояния окружающей среды. Выражение результатов измерений с учетом погрешностей приборов и опыта предыдущих измерений. Выбор средств измерений. Обеспечение единства измерений. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов. Метрологическое обеспечение экосертификации, экоманеджмента, оценки качества и экспертизы градостроительной деятельности.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зачётные единицы (72 часа, включая 4 часа практической подготовки).

**Промежуточный контроль:** зачёт.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность управлять проектом (иметь практический опыт решения



задач в области избранных видов профессиональной деятельности); анализировать и оценивать данные о состоянии окружающей среды, определять влияние антропогенной деятельности, прогнозировать экологическую ситуацию с помощью современных моделей и компьютерных программ, предлагать научно-обоснованные методы снижения антропогенной нагрузки благодаря знаниям алгоритмов производства и обработки измерений; выполнять анализ и экспертную оценку объектов строительной, градостроительной и водохозяйственной деятельности; оценивать и совершенствовать систему экологического менеджмента в организации; осуществлять стратегическое развитие технологических процессов управления водными биоресурсами и объектами аквакультуры (в части метрологического обеспечения контроля и мониторинга среды обитания); осуществлять техническое и организационно-методическое руководство деятельностью по оценке качества и экспертизе.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» относится к вариативной части (части, определяемой участниками образовательных отношений) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (10.004 Специалист в области оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности, 13.018 Специалист по эксплуатации мелиоративных систем, 15.004 Специалист по водным биоресурсам и аквакультуре, 40.117 Специалист по экологической безопасности (в промышленности)) ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» являются дисциплины «Методология организации и проведения научных исследований», «Современные методы инструментальных исследований в экологии и природопользовании», «Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании» и производственная практика Научно-исследовательская работа (рассредоточенная).

Дисциплина, изучаемая одновременно с данной дисциплиной: «Экологическое проектирование и основы проектного менеджмента», «Физико-химические процессы в окружающей среде и технологии контроля загрязнений», «Гидробиология», а также производственная практика «Научно-исследовательская работа (рассредоточенная)».

Дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Надзор и контроль в экологии и природопользовании на водосборе», «Геоэкологические основы мониторинга подземных вод», «Прогнозирование и мониторинг природных и техногенных процессов», «Моделирование гидрологических процессов», «Управление водохозяйственными системами в условиях многоцелевого использования» а также прохождения практик Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Научно-

исследовательская работа; завершения практики Научно-исследовательская работа (рассредоточенная), Преддипломной практики, подготовки ВКР и в для последующей профессиональной деятельности.

Особенностью дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» является то, что она учитывает специфику природных объектов как объектов измерения и специфику мониторинга водных объектов, экомониторинга и экспертизы как объектов метрологического обеспечения.

Дисциплина опирается на освоенные при изучении предшествующих дисциплин знания и умения. Требуется обязательный уровень подготовки, соответствующий основной образовательной программе подготовки выпускника. Студент должен уметь получать и использовать информацию из различных источников, используя различные средства и методы, интерпретировать полученные данные для формирования суждений по профессиональным и социальным проблемам.

Объемы оперативных и ретроспективных данных о состоянии ОС на сегодняшний день настолько велики, что их математическая обработка уже не мыслима без компьютерных технологий. В связи с изменчивостью показателей состояния ОС массивы данных весьма разнородны по периодам наблюдений и точкам привязки, поэтому как никогда остро стоит задача оценки рядов наблюдений по критериям отсутствия погрешностей и однородности данных методами математической статистики. Как исходные значения показателей, так и результаты моделирования всегда имеют географическую привязку, и поэтому при проведении расчетов в масштабе водосборного бассейна не обойтись без ГИС. Одно из требований к отчетам по НИР – это оформление их в электронном виде по определенным формам. Исходя из вышесказанного, использование в учебном процессе цифровых технологий и инструментов представляется необходимым и актуальным.

Рабочая программа дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3 Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие проект;</li> <li>- стадии жизненного цикла продукции, работ и услуг и их метрологическое сопровождение;</li> <li>- структуру и задачи метрологической службы;</li> <li>- Государственную систему измерений (ГСИ);</li> <li>- основные показатели качества в сфере взаимодействия общества и окружающей среды;</li> <li>- особенности природно-хозяйственных систем как объектов измерений;</li> <li>- основные понятия, связанные с объектами измерений: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира;</li> <li>- порядок применения современных цифровых инструментов (Zoom, Google Jamboard, Miro и др. для проведения производственных совещаний и дискуссий в т. ч. по организации метрологического обеспечения на предприятии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять нормативные документы (в том числе относящиеся к ГСИ) при планировании научных исследований;</li> <li>- посредством электронных ресурсов, официальных сайтов проверять актуальность нормативных документов;</li> <li>- осуществлять коммуникации посредством Zoom;</li> <li>- следовать алгоритмам обработки результатов измерений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическим опытом применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности;</li> <li>- навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.</li> </ul>



2.	ПКос-1	Собирает, анализирует, оценивает данные о состоянии окружающей среды, определяет влияние антропогенной деятельности, прогнозирует экологическую ситуацию с помощью современных моделей и компьютерных программ, предлагает научно-обоснованные методы снижения антропогенной нагрузки	ПКос-1.1 Знает порядок организации исследований при проведении ИЭИ и мониторинга (включая нормативно-правовые акты и отчетную документацию, свойства загрязняющих веществ и гидробионтов, алгоритмы производства и обработки измерений)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы биостатистики, применяемые для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- методику расчета стандартных биологических параметров популяций для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям с учетом правил округления, в Excel;</li> <li>- нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию (НТД) по экологическому контролю водных объектов, применяемые для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям и справочно-информационные системы, в которых они хранятся;</li> <li>- устройство приборов контроля водной среды и правила работы с ними для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</li> <li>- устройство специальных приборов гидрохимического анализа и правила работы с ними;</li> <li>- структуру и методы ведения базы данных результатов гидрохимического анализа;</li> <li>- алгоритмы выполнения гидрохимических расчетов;</li> <li>- методы измерения гидробионтов и подсчета для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- методы гидрохимического анализа;</li> <li>- принцип действия и устройство новых при-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пользуясь алгоритмами производства и обработки измерений и соблюдая метрологические требования, собирать, анализировать, оценивать данные о состоянии окружающей среды, определять влияние антропогенной деятельности, прогнозировать экологическую ситуацию с помощью современных моделей и компьютерных программ, предлагать научно-обоснованные методы снижения антропогенной нагрузки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять параметры анализа и оценки объектов градостроительной деятельности, включая прогнозирование природно-техногенной опасности, внешних воздействий на объект, моделирование связанных с опасностями и воздействиями процессов и сценариев их развития, численный (математический) анализ средствами Excel</li> </ul>
----	--------	---	--	---	---	---

			<p>боров и оборудования для - проведения гидрохимического анализа;</p> <p>- нормативные правовые акты и НТД по ведению мониторинга водных объектов <b>и справочно-информационные системы, в которых они хранятся;</b></p> <p>- экспресс-методы гидрохимического анализа для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям <i>(в части показателей точности)</i>;</p> <p>- методы и средства аналитической химии для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</p> <p>- методики определения химического состава воды для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</p> <p>- алгоритмы расчета гидрохимических показателей для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</p> <p>- устройство и правила эксплуатации приборов и оборудования для гидрохимического анализа с целью мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</p> <p>- <b>методы работы с компьютерными базами данных результатов гидрохимического анализа для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям</b></p>	
--	--	--	--	--

	ПКос-2	Способен выполнять анализ и экспертную оценку объектов строительной, градостроительной и водохозяйственной деятельности	ПКос-2.1 Знает принципы формирования параметров анализа для оценки качества и экспертизы намечаемой деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативные правовые акты РФ, руководящие материалы, относящиеся к сфере регулирования оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности <b>и справочно-информационные системы, в которых они хранятся;</b></li> <li>- Состав, содержание и требования к документации по созданию (реконструкции, ремонту, функционированию) объектов градостроительной деятельности (<i>в части требований точности и безопасности</i>);</li> <li>- методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ;</li> <li>- современные средства автоматизации и технологии выполнения работ (оказания услуг) по оценке качества и экспертизе для градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные и телекоммуникационные системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для формирования параметров анализа и оценки объектов градостроительной деятельности;</li> <li>- определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей;</li> <li>- использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности в рамках аналитических исследований в целях оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности;</li> <li>- определять параметры анализа и оценки объектов градостроительной деятельности, включая прогнозирование природно-техногенной опасности, внешних воздействий на такие объекты, моделирование связанных с опасностями и воздействиями процессов и сценариев их развития, <b>численный (математический) анализ</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определением методики исследования информации для формирования параметров анализа и оценки объектов градостроительной деятельности;</li> <li>- исследованием информации об объекте градостроительной деятельности в соответствии с выбранной методикой;</li> <li>- определением параметров анализа и оценки объектов градостроительной деятельности, включая прогнозирование природно-техногенной опасности, внешних воздействий на объект, моделирование связанных с опасностями и воздействиями процессов и сценариев их развития, <b>численный (математический) анализ</b></li> </ul>
--	--------	---	---	---	---	---



	ПКос-5	Разрабатывает, внедряет и совершенствует систему экологического менеджмента в организации	ПКос-5.5 Способен оценивать результаты деятельности и совершенствовать систему экологического менеджмента в организации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прикладные компьютерные программы для работы с электронными таблицами: наименования, возможности и порядок работы в них;</li> <li>- текстовые редакторы (процессоры): наименования, возможности и порядок работы в них;</li> <li>- прикладные компьютерные программы для работы с базами данных: наименования, возможности и порядок работы в них</li> </ul>	<p>Создавать электронные таблицы, выполнять вычисления и обработку данных мониторинга и измерений для оценки результатов экологической деятельности организации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать системы управления базами данных и для хранения, систематизации и обработки информации о результатах мониторинга, <b>измерений</b>, оценки экологической эффективности и внутренних аудитов системы экологического менеджмента;</li> <li>- применять методы управления качеством измерений;</li> <li>- анализировать результаты мониторинга и измерений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- организацией мониторинга, измерений, анализа и оценка экологических результатов деятельности организации на регулярной основе;</li> <li>- анализом и документированием результатов мониторинга и измерений в организации</li> </ul>
	ПКос-6	Способен осуществлять стратегическое развитие технологических процессов управления водными биоресурсами и объектами аквакультуры	ПКос-6.1 Умеет организовывать и проводить мониторинг среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила ведения полевого журнала и документации для регистрации полевых наблюдений при мониторинге среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям (<i>в части требований точности</i>)</li> <li>- требования охраны труда к работе в химической и микробиологической лаборатории при исследовании водных биологических ресурсов и среды их обитания для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- требования охраны труда, санитарной, пожарной и экологической безопасности при техническом обслуживании и эксплуатации технологического оборудования, систем безопасности и сигнализации, контрольно-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить наблюдение за гидробионтами, подсчет и измерение гидробионтов со сбором и отловом проб для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- пользоваться метеорологическими, гидрологическими, гидробиологическими приборами;</li> <li>- определять гидрометеорологические условия в период сбора гидробиологических материалов для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- формировать информационную</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнением сбора, обработки, обобщения, хранения и передачи данных мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры по гидробиологическим показателям;</li> <li>- определением объема сбора гидробиологических данных в зависимости от типа и пло-</li> </ul>

				<p>измерительных приборов и автоматики для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям</p>	<p>базу данных материалов полевых наблюдений с использованием компьютерной техники для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить статистическую обработку полученных материалов камеральной обработки для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;</li> <li>- выполнять статистические расчеты численности, биомассы, продукции для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям</li> </ul>	<p>щади водного объекта</p>
			<p>ПКос-6.2 Умеет организовывать и проводить мониторинг среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям</p>	<p>Форму, состав и структуру отчетной документации для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям <i>(с учетом требований системы госрегулирования в области МО)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять освоение новых методик и приборов, используемых для выполнения анализов;</li> <li>- оформлять нормативно-техническую документацию для сертификации и аккредитации нового оборудования и методов гидрохимического анализа <b>средствами Word</b>;</li> <li>- подготавливать отчетную документацию <i>(с учетом требований системы госрегулирования в области МО)</i> <b>средствами Excel и Word</b>;</li> <li>- производить настройку и тарировку гидрологических приборов и гидрохимического оборудования для целей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнением сбора, обработки, обобщения, хранения и передачи данных мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры по гидрохимическим показателям <i>(с учетом требований системы госрегулирования в области</i></li> </ul>

					<p>мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить гидрохимический анализ по стандартным методикам для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям;</li> <li>- вести журнал гидрохимических измерений и гидрохимического анализа для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям (<i>по метрологическим правилам</i>);</li> <li>- регистрировать данные приборов гидрохимического контроля параметров среды (<i>с учетом погрешностей приборов</i>) в установках для культивирования гидробионтов для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям</li> </ul>	<p>МО) с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством электронных средств связи</p>
	ПКос-8	Способен проводить регулирование, планирование и организацию деятельности по оценке качества и экспертизе в	ПКос-8.1 Умеет осуществлять техническое и организационно-методическое руководство деятельностью по оценке	<ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к сертификации и аккредитации и условия сертификации и аккредитации гидрохимической лаборатории и методов анализа;</li> <li>- нормативные правовые акты РФ, руководящие материалы, относящиеся к сфере регулирования оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности и справочно-информационные системы, в которых они хранятся;</li> <li>- систему численного (математического) ана-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности в рамках работ по оценке качества и экспертизы для градостроительной деятельности;</li> <li>- получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности в рамках работ по оценке качества и экспертизе для</li> </ul>	<p>осуществлением технического и организационно-методического руководства деятельностью по оценке качества и экспертизе в части метрологического обеспечения</p>



		градостроительной и водохозяйственной деятельности	качества и экспертизе	<p>лиза в градостроительной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы численного анализа и математической обработки данных;</li> <li>- современные средства автоматизации и технологии выполнения работ (оказания услуг) по оценке качества и экспертизе для градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные и телекоммуникационные системы</li> </ul>	градостроительной деятельности	
--	--	--	-----------------------	--	--------------------------------	--

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т. ч. по семестру № 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>18,25/4</b>	<b>18,25/4</b>
Аудиторная работа	18,25/4	18,25/4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	6	6
практические занятия (ПЗ)	12/4	12/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>53,75</b>	<b>53,75</b>
Домашние задания (ДЗ) (подготовка)	11	11
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	33,75	33,75
подготовка к зачёту	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт	

\* в том числе практическая подготовка — 4 часа

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
<b>Введение</b> Метрологическое обеспечение как основа экологических исследований	1,5	0,25			1
<b>Раздел 1. Обеспечение единства измерений</b>	<b>46,5</b>	<b>3,75</b>	<b>8</b>		<b>34,75</b>
Тема 1.1. Физические величины и единицы их измерения	8,25	0,25	2		6
Тема 1.2. Обработка результатов измерений	22,25	1,5	4		16,75
Тема 1.3. Средства измерений	8	1	1		6
Тема 1.4. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)	8	1	1		6

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	СР
<b>Раздел 2. Особенности метрологического обеспечения в экологических исследованиях</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>18</b>
Тема 2.1. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов	12	1	2/2		9
Тема 2.2. Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экомеджмента	12	1	2/2		9
<b>КРА</b>	0,25			0,25	
<b>Всего за 2 семестр</b>	72	6	12/4	0,25	53,75
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12/4</b>	<b>0,25</b>	<b>53,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Введение. Метрологическое обеспечение как основа экологических исследований**

Сущность метрологического обеспечения, его роль в экологических исследованиях, в том числе при проведении контроля и мониторинга водных объектов, в экомеджменте, экосертификации, при оценке качества и экспертизе градостроительной деятельности. Объекты изучения. Стадии жизненного цикла предприятия, продукции, работ и услуг. Схема взаимодействия метрологии, стандартизации и сертификации, их роль и задачи в экологии и природопользовании. Основные показатели качества в сфере взаимодействия общества и окружающей среды. Особенности природных объектов и природно-хозяйственных систем как объектов измерения. Основные понятия, связанные с объектами измерений: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира.

### **Раздел 1. Обеспечение единства измерений**

#### **Тема 1.1. Физические величины и единицы их измерения**

Физические величины. Единицы измерения физических величин. Международная система единиц SI. Основные и производные единицы в системе SI. Размерности физических величин. Кратные и дольные единицы. Применение внесистемных единиц в природообустройстве и водопользовании.

Шкалы измерений. Шкалы наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютные шкалы. Особенности применения шкал. Основные этапы проведения измерений.

#### **Тема 1.2. Обработка результатов измерений**



Понятие погрешности измерений. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Способы выражения погрешностей.

Точечные оценки.

Правила округления результатов измерения.

Измерение и его основные операции. Принципы, методы и методики измерений. Виды и методы измерений, области их применений.

Алгоритмы обработки результатов многократных измерений. Алгоритмы обработки результатов однократных прямых измерений. Алгоритмы обработки результатов неравномерных измерений. Алгоритмы обработки результатов косвенных измерений.

Систематические погрешности и способы их исключения.

Оценка нестационарности природных процессов.

Грубые погрешности и методики их исключения. Оценка надежности результатов измерений показателей состояния окружающей среды.

Оценка нормальности распределения вероятности отсчёта. Эмпирические и аналитические функции в качестве моделей. Законы распределения. Наиболее оптимальные модели для оценки гидрологических характеристик, концентраций загрязняющих веществ в почвах и др. видах исследований.

Определенность закона распределения как свидетельство достоверности результатов измерений.

Случайные погрешности и способы снижения их влияния. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке результатов измерений.

Суммирование погрешностей. Форма представления результатов измерений.

### **Тема 1.3. Средства измерений**

Понятие средства измерений и его структура. Классификация средств измерений. Погрешности средств измерений. Принцип запрета измерений на начальных участках шкал. Метрологические характеристики средств измерений. Классы точности средств измерений. Определение погрешности средства измерений по классу точности.

Выбор средств для проведения измерений. Требования к средствам измерений, используемых на природно-технических системах.

### **Тема 1.4. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)**

Организационные основы ОЕИ: государственные метрологические службы и службы органов управления, их функции, структура метрологических служб предприятий. Научно-методические и правовые основы ОЕИ: задачи, решаемые метрологией, законы и нормативные документы по ОЕИ (ГСИ). Технические основы ОЕИ: эталоны, поверочные схемы.

Формы государственного регулирования в области ОЕИ: требования к средствам измерений, поверка средств измерений, метрологическая экспертиза, государственный метрологический надзор. Калибровка средств измерений.

Метрологическое обеспечение в сфере охраны окружающей среды, природопользования и обеспечения экологической безопасности.

## Раздел 2. Особенности метрологического обеспечения в экологических исследованиях

### Тема 2.1. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов

Нормативные правовые акты и нормативно-техническая документация по экологическому контролю водных объектов, применяемые для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов.

Четкое следование правилам отбора, консервирования, упаковывания, транспортирования проб и пробоподготовки как залог минимизации систематической погрешности.

Определение необходимого количества пробоотборов.

Пользование метеорологическими, гидрологическими, гидробиологическими приборами. Определение гидрометеорологических условий в период сбора гидробиологических материалов.

Формирование информационной базы данных материалов полевых наблюдений с использованием компьютерной техники для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям.

Подсчет и измерение гидробионтов.

Статистическая обработка полученных материалов камеральной обработки, статистические расчеты численности, биомассы, продукции для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям.

Методы гидрохимического анализа. Их метрологическая характеристика, нормы и показатели точности.

Настройка и тарировка гидрологических приборов и гидрохимического оборудования для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям; освоение новых методик и приборов, используемых для выполнения анализов.

Оформление нормативно-технической документации для сертификации и аккредитации новых оборудования и методов гидрохимического анализа.

Подготовка отчетной документации *(с учетом требований системы госрегулирования в области МО)*.

Производство гидрохимического анализа по стандартным методикам для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям.

Ведение журнала гидрохимических измерений и гидрохимического анализа для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям *(по метрологическим правилам)*;

Регистрация данных приборов гидрохимического контроля параметров среды в установках для культивирования гидробионтов для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям.

Алгоритмы выполнения гидрохимических расчетов.

## Тема 2.2. Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экоменеджмента

Квалиметрия как раздел метрологии и как научная основа сертификации. Показатели качества.

Нормативные правовые акты РФ, руководящие материалы, относящиеся к сфере регулирования оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности; состав, содержание и метрологические требования к документации по созданию (реконструкции, ремонту, функционированию) объектов градостроительной деятельности; методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ. Современные средства автоматизации и технологии выполнения работ (оказания услуг) по оценке качества и экспертизе для градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные и телекоммуникационные системы. Определение параметров анализа и оценки объектов градостроительной деятельности, включая прогнозирование природно-техногенной опасности, внешних воздействий на объект, моделирование связанных с опасностями и воздействиями процессов и сценариев их развития, численный (математический) анализ средствами Excel и др.

Создание электронных таблиц, выполнение вычислений и обработка данных мониторинга и измерений для оценки результатов экологической деятельности организации; использование системы управления базами данных для хранения, систематизации и обработки информации о результатах мониторинга, измерений, оценки экологической эффективности и внутренних аудитов системы экологического менеджмента; применение методов управления качеством измерений.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Введение</b>				<b>0,25</b>
	Введение	Лекция № 1 (часть 1). Метрологическое обеспечение как основа экологических исследований	УК-2		0,25
2.	<b>Раздел 1. Обеспечение единства измерений</b>				<b>11,75</b>
	Тема 1.1. Физические	Лекция № 1 (часть 2). Качественные и количественные проявления свойств объ-	ПКос-1		0,25



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	величины и единицы их измерения	ектов окружающего мира			
		Практическая работа № 1. Международная система единиц. Теория размерности (решение задач с оформлением в Word)	УК-2	Проверка решения задач	1
	Тема 1.2. Обработка результатов измерений	Лекция № 1 (часть 3). Погрешности измерений и их классификации. Виды измерений. Алгоритмы обработки однократных и многократных измерений. Использование эмпирических и аналитических функций. Законы распределения вероятности, характерные для показателей состояния ОС	ПКос-1		1,5
		Практическая работа № 1 (часть 2). Точечные оценки истинного значения измеряемой величины, среднего квадратического отклонения и среднего квадратического отклонения среднего арифметического. Правила округления. Специфика при решении метрологических задач (решение задач с использованием Excel).	УК-2	Проверка решения задач	1
		Практическая работа № 2 (часть 1). Систематические погрешности. Причины их возникновения. Формы. Методы обнаружения (решение задач с использованием Excel). Методы ликвидации. Поиск скрытой закономерности в динамических процессах. Практическая работа № 2 (часть 2). Грубые погрешности. Методы их обнаружения (решение задач с использованием Excel). Исключение выбросов из ряда наблюдений.	УК-2	Проверка решения задач	2
		Практическая работа № 3 (часть 1). Оценка нормальности распределения вероятности результатов измерений (решение задач с использованием Excel). Практическая работа № 3 (часть 2). Оценка истинного значения измеряемой величины с помощью интервалов (решение задач с использованием Excel).	УК-2	Проверка решения задач	2
	Тема 1.3. Средства измерений.	Лекция № 2 (часть 1). Основные понятия, связанные со средствами измерений. Выбор методов и средств измерений.	ПКос-1		1
		Практическая работа № 4 (часть 1). Ознакомление с принципами работы, метрологическими характеристиками и последовательностью операций по измерению	УК-2	Проверка решения задач	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		приборами. Выражение результатов измерений с учётом погрешностей приборов (решение задач)			
	Тема 1.4. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)	Лекция № 2 (часть 2). Организационные, научные, правовые и технические основы метрологического обеспечения. Государственное регулирование в области ОЕИ.	УК-2 ПКос-1		1
		Практическая работа № 4 (часть 2). Метрологическое обеспечение в сфере природопользования и охраны ОС (анализ нормативно-правового и нормативно-технических документов, найденных в internet)	ПКос-1		1
3.	<b>Раздел 2. Особенности метрологического обеспечения в экологических исследованиях</b>				<b>6</b>
	Тема 2.1. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов	Лекция № 3 (часть 1). Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов	ПКос-1 ПКос-6		1
		Практическая работа № 5. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов (анализ документов, найденных в internet, решение задач с использованием Excel)	ПКос-1 ПКос-6	Проверка решения задач	2
	Тема 2.2. Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экоменеджмента	Лекция № 3 (часть 2). Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экоменеджмента	ПКос-1 ПКос-2 ПКос-5 ПКос-8		1
		Практическая работа № 6. Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экоменеджмента (анализ документов, найденных в internet, решение задач с использованием Excel)	ПКос-1 ПКос-2 ПКос-8	Проверка решения задач	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1</b>		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1.1.	Виды шкал. Шкалы наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютные шкалы. Особенности применения шкал ПКос-1
2.	Тема 1.2.	Двойной критерий. Критерий Пирсона. ПКос-1
3.	Тема 1.4.	Метрологическое обеспечение в сфере природопользования и охраны ОС ПКос-1
<b>Раздел 2</b>		
4.	Тема 2.1.	Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов ПКос-1
5.	Тема 2.2.	Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экомеджмента ПКос-1

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1.	Международная система единиц. Теория размерности (решение задач) Точечные оценки истинного значения измеряемой величины, среднего квадратического отклонения и среднего квадратического отклонения среднего арифметического (решение задач). Правила округления. Специфика при решении метрологических задач (решение задач)	ПЗ	Метод проектов	2
2.	Систематические погрешности. Причины их возникновения. Методы обнаружения. (решение задач) Грубые погрешности. Методы их обнаружения. (решение задач)	ПЗ	Метод проектов	2
3.	Оценка нормальности распределения результатов измерений (решение задач) Оценка истинного значения измеряемой величины с помощью интервалов (решение задач)	ПЗ	Метод проектов	2
4.	Выражение результатов измерений с учётом погрешностей приборов (решение задач) Метрологическое обеспечение в сфере природопользования и охраны ОС	ПЗ	Метод проектов Работа с документами	2
5.	Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов (анализ документов, метод проектов)	ПЗ	Метод проектов Работа с документами	2
6.	Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества, экспертизы градостроительной деятельности и экомеджмента	ПЗ	Метод проектов Работа с документами	2

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в том числе элементов практической подготовки – связанных с будущей профессиональной деятельностью**

- 1) Типовые задачи для решения в аудитории и дома
- 2) Тесты для текущего контроля знаний обучающихся
- 3) Задания для практической подготовки
- 4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

Оценочные средства текущего контроля успеваемости и оценочные средства сформированности компетенций представлены в Оценочных материалах дисциплины Б1.В.01 «Метрологические основы экологических исследований».

#### **Типовые задачи по теме 1.1 (для решения в аудитории) «Система единиц»**

##### **Задача 1 (для решения в аудитории).**

Перевести  $30 \text{ м}^3/\text{с}$  в  $\text{млн м}^3/\text{г}$ .

Перевести  $12 \text{ г/с}$  в  $\text{т/г}$ .

Перевести  $24 \text{ мг/л}$  в  $\text{г/м}^3$

#### **Особенные задачи по теме 1.1 (для решения в аудитории) «Система единиц»**

**Задача 2 (для решения в аудитории).** Запишите уравнение равномерного установившегося движения воды в открытом русле. Выразите из него коэффициент Шези (С). Установите размерность коэффициента Шези (С).

#### **Типовые задачи по теме 1.2 «Обработка результатов измерений. Правила округления»**

**Задача 3 (для решения в аудитории).** Округлите и представьте в стандартном виде следующие расчётные числовые значения среднего квадратического отклонения и погрешности (представленные значения полагать окончательными и невысокоточными):

$\sigma = 0,000871$ ;  $\sigma = 0,003352$ ;  $\sigma = 0,004500$ ;  $\sigma = 0,002255$ ;  $\sigma = 0,007500$ ;  $\sigma = 0,8541$ ;  
 $\sigma = 0,003352$ ;  $\sigma = 0,002144$ .

$\Delta = \pm 0,647$ ;  $\Delta = \pm 0,567$ ;  $\Delta = \pm 0,000334$ ;  $\Delta = \pm 0,650$ ;  $\Delta = \pm 0,6550$ ;  $\Delta = \pm 0,000389$ ;  $\Delta = \pm 1,6050$ ;  $\Delta = \pm 0,000267$ .

## Типовые задачи по теме 1.2 «Обработка результатов измерений. Многократные измерения»

**Задача 4 (для решения дома).** Было выполнено 50 измерений диаметра металлической детали: 9,4; 9,7; 9,8; 9,8; 9,9; 9,9; 9,9; 10,0; 10,1; 10,3; 9,6; 9,8; 9,9; 9,9; 10,0; 10,0; 10,1; 10,1; 10,2; 10,5; 9,7; 9,8; 10,0; 10,0; 10,1; 10,2; 10,2; 10,3; 10,5; 10,6; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,1; 10,1; 10,2; 10,2; 10,3; 10,4; 9,7; 9,9; 10,0; 10,2; 10,2; 10,2; 10,3; 10,3; 10,4; 10,7. Построить гистограмму статистического распределения и кумулятивную кривую. Является ли данное распределение нормальным?

**Задача 5 (для решения дома).** Было выполнено 50 измерений диаметра металлической детали: 9,4; 9,7; 9,8; 9,8; 9,9; 9,9; 9,9; 10,0; 10,1; 10,3; 9,6; 9,8; 9,9; 9,9; 10,0; 10,0; 10,1; 10,1; 10,2; 10,5; 9,7; 9,8; 10,0; 10,0; 10,1; 10,2; 10,2; 10,3; 10,5; 10,6; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,1; 10,1; 10,2; 10,2; 10,3; 10,4; 9,7; 9,9; 10,0; 10,2; 10,2; 10,2; 10,3; 10,3; 10,4; 10,7. Оценить нормальность распределения вероятности отсчёта методом Пирсона  $\chi^2$ .

**Задача 6 (для решения дома).**

Обработайте результаты многократного измерения расхода ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), применив: а) графический метод; б) критерий Аббе; в) критерий Граббса; г) двойной критерий; д) коэффициенты Стьюдента. Доверительная вероятность принять 0,95.

Таблица 7

**Исходные данные к задаче 1**

Вар.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$x_{16}$	$x_{17}$
<b>В.01</b>	1,99	1,98	1,98	1,99	1,98	1,98	1,98	2,05	1,98	1,99	1,99	1,99	1,98	1,97	1,98	1,99	1,99
<b>В.02</b>	2,99	2,98	2,98	2,99	2,98	2,98	2,98	3,05	2,98	2,99	2,99	2,99	2,98	2,97	2,98	2,99	2,99
<b>В.03</b>	3,99	3,98	3,98	3,99	3,98	3,98	3,98	4,05	3,98	3,99	3,99	3,99	3,98	3,97	3,98	3,99	3,99
<b>В.04</b>	4,99	4,98	4,98	4,99	4,98	4,98	4,98	5,05	4,98	4,99	4,99	4,99	4,98	4,97	4,98	4,99	4,99
<b>В.05</b>	5,99	5,98	5,98	5,99	5,98	5,98	5,98	6,05	5,98	5,99	5,99	5,99	5,98	5,97	5,98	5,99	5,99
<b>В.06</b>	19,9	19,8	19,8	19,9	19,8	19,8	19,8	20,5	19,8	19,9	19,9	19,9	19,8	19,7	19,8	19,9	19,9
<b>В.07</b>	29,9	29,8	29,8	29,9	29,8	29,8	29,8	30,5	29,8	29,9	29,9	29,9	29,8	29,7	29,8	29,9	29,9
<b>В.08</b>	39,9	39,8	39,8	39,9	39,8	39,8	39,8	40,5	39,8	39,9	39,9	39,9	39,8	39,7	39,8	39,9	39,9
<b>В.09</b>	49,9	49,8	49,8	49,9	49,8	49,8	49,8	50,5	49,8	49,9	49,9	49,9	49,8	49,7	49,8	49,9	49,9
<b>В.10</b>	59,9	59,8	59,8	59,9	59,8	59,8	59,8	60,5	59,8	59,9	59,9	59,9	59,8	59,7	59,8	59,9	59,9
<b>В.11</b>	1,99	1,98	1,98	1,99	1,98	1,98	1,98	2,00	1,98	1,99	1,99	1,99	1,98	1,92	1,98	1,98	1,98
<b>В.12</b>	2,99	2,98	2,98	2,99	2,98	2,98	2,98	3,00	2,98	2,99	2,99	2,99	2,98	2,92	2,98	2,98	2,98
<b>В.13</b>	3,99	3,98	3,98	3,99	3,98	3,98	3,98	4,00	3,98	3,99	3,99	3,99	3,98	3,92	3,98	3,98	3,98
<b>В.14</b>	4,99	4,98	4,98	4,99	4,98	4,98	4,98	5,00	4,98	4,99	4,99	4,99	4,98	4,92	4,98	4,98	4,98
<b>В.15</b>	5,99	5,98	5,98	5,99	5,98	5,98	5,98	6,00	5,98	5,99	5,99	5,99	5,98	5,92	5,98	5,98	5,98
<b>В.16</b>	19,9	19,8	19,8	19,9	19,8	19,8	19,8	20,0	19,8	19,9	19,9	19,9	19,8	19,2	19,8	19,8	19,8
<b>В.17</b>	29,9	29,8	29,8	29,9	29,8	29,8	29,8	30,5	29,8	29,9	29,9	29,9	29,8	29,7	29,8	29,8	29,8
<b>В.18</b>	39,9	39,8	39,8	39,9	39,8	39,8	39,8	40,0	39,8	39,9	39,9	39,9	39,8	39,2	39,8	39,8	39,8



<b>V.19</b>	49,9	49,8	49,8	49,9	49,8	49,8	49,8	50,0	49,8	49,9	49,9	49,9	49,8	49,2	49,8	49,8	49,8
<b>V.20</b>	59,9	59,8	59,8	59,9	59,8	59,8	59,8	60,0	59,8	59,9	59,9	59,9	59,8	59,2	59,8	59,8	59,8
<b>V.21</b>	69,9	69,8	69,8	69,9	69,8	69,8	69,8	70,5	69,8	69,9	69,9	69,9	69,8	69,7	69,8	69,9	69,9
<b>V.22</b>	79,9	79,8	79,8	79,9	79,8	79,8	79,8	80,5	79,8	79,9	79,9	79,9	79,8	79,7	79,8	79,9	79,9
<b>V.23</b>	89,9	89,8	89,8	89,9	89,8	89,8	89,8	90,5	89,8	89,9	89,9	89,9	89,8	89,7	89,8	89,9	89,9
<b>V.24</b>	69,9	69,8	69,8	69,9	69,8	69,8	69,8	70	69,8	69,9	69,9	69,9	69,8	69,2	69,8	69,8	69,8
<b>V.25</b>	79,9	79,8	79,8	79,9	79,8	79,8	79,8	80	79,8	79,9	79,9	79,9	79,8	79,2	79,8	79,8	79,8
<b>V.26</b>	89,9	89,8	89,8	89,9	89,8	89,8	89,8	90	89,8	89,9	89,9	89,9	89,8	89,2	89,8	89,8	89,8

**Типовые задачи по теме 1.3 «Средства измерения. Обработка результатов измерений с учетом погрешностей приборов»**

**Задача 7 (для решения в аудитории).**

**Вар.1.** Определить погрешность определения относительной влажности воздуха аспирационным психрометром, если её измеренное значение составило 40 %, а температура окружающего воздуха была 5 °С (табл. 8).

*Таблица 8*

**Погрешность в измерении относительной влажности психрометром, % к измеряемой величине (к примеру 13)**

Температура воздуха °С	Относительная влажность, %			
	100	60	20	10
	Погрешность в измерении относительной влажности, % к измеряемой величине			
30	±1,5	±2	±5	±9
20	±2	±3	±7	±14
10	±3	±4	±11	±20
0	±4	±6	±17	±35
-5	±5	±9	±25	±50
-10	±7	±12	±35	±70

**Вар.02.** Вычислите относительную погрешность измерения скорости ветра, при измеренном значении 2 м/с и пределе допускаемой основной погрешности анемометра, которым производились измерения,  $\Delta_v = \pm(0,1 + 0,05V)$  м/с.

**Вар.03.** Сравните относительные погрешности измерений давления в 100 кПа пружинными манометрами классов точности 0,2 и 1,0 с пределами измерений на 600 и 100 кПа соответственно.

**Вар.04.** Измеренное значение скорости ветра, полученное с помощью крыльчатого анемометра, составило 1 м/с. Предел допускаемой погрешности согласно паспортным данным:  $\Delta_v = \pm(0,1 + 0,05V)$ . Сведения о поверке представлены в таблице. Требуется представить результат измерения с учётом погрешности прибора: а) по формуле, б) по таблице 9.

Выкопировка из таблицы “Сведения о поверке” из паспорта анемометра крыльчатого АСО-3 ГОСТ 6376–74 паспорт П6.2.781.003 ПС

Величина [скорость направленного воздушного потока, м/с]	
Номинальная	предельного отклонения
0,3	±0,115
0,4	±0,12
0,8	±0,14
1,5	±0,175
4	±0,3
5	±0,35

**Вар.05.** Класс точности прибора обозначен как 2,5/1,5. Какой погрешности соответствует эта форма записи? Напишите выражение для предела допускаемой погрешности, соответствующее этому обозначению класса точности.

**Вар.06.** Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений и класс точности 1,0. Определите цену деления. Вычислите относительную погрешность прибора при измеренном значении, равном 50 мкА.

**Вар.07.** Указатель отсчётного устройства вольтметра с диапазоном измерения от 0 до 200 вольт класса точности 0,5 показывает 150 В. Чему с учётом погрешности прибора равно измеряемое напряжение?

**Вар.08.** Вычислите относительную погрешность измерения скорости ветра, при измеренном значении 4 м/с и пределе допускаемой основной погрешности анемометра, которым производились измерения,  $\Delta_v = \pm(0,1 + 0,05V)$  м/с.

**Вар.09.** Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения давления в 100 кПа пружинным манометром класса точности 1,0 с пределом измерений на 100 кПа.

**Вар.10.** Класс точности прибора обозначен как 6,0/5,0. Какой погрешности соответствует эта форма записи? Напишите выражение для предела допускаемой погрешности, соответствующее этому обозначению класса точности.

**Вар.11.** Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений и класс точности 1,0. Определите цену деления. Вычислите относительную погрешность прибора при измеренном значении, равном 10 мкА.

**Вар.12.** Указатель отсчётного устройства ампервольтметра класса точности 0,02/0,01 со шкалой от – 50 до + 50 А показывает 10 А. Чему с учётом погрешности прибора равна измеряемая сила тока?

**Вар.13.** Вычислите относительную погрешность измерения скорости ветра, при измеренном значении 5 м/с и пределе допускаемой основной погрешности анемометра, которым производились измерения,  $\Delta_v = \pm(0,1 + 0,05V)$  м/с.

**Вар.14.** Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения давления в 300 кПа пружинным манометром класса точности 0,2 с пределом измерений на 600 кПа.

**Вар.15.** Класс точности прибора обозначен как 1,5/1,0. Какой погрешности соответствует эта форма записи? Напишите выражение для предела допускаемой погрешности, соответствующее этому обозначению класса точности.

**Вар.16.** Указатель отсчётного устояства амперметра класса точности 1,5 с равномерной шкалой от -5 до +20 А показывает 15 А. Чему равна сила тока?

**Вар.17.** Указатель отсчётного устройства мегаомметра класса точности (2,5) с неравномерной шкалой показывает 50 МОм. Чему равно сопротивление?

**Вар.18.** Измеренное значение скорости ветра, полученное с помощью анемометра, составило 0,6 м/с. Сведения о поверке представлены в табл. 9. Проведя линейную интерполяцию, представьте результат измерения с учётом погрешности прибора. Вычислите относительную погрешность.

**Вар.19.** Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения давления в 50 кПа пружинным манометром класса точности 1,0 с пределом измерений на 100 кПа.

**Вар.20.** Класс точности прибора обозначен как 6,0/1,0. Какой погрешности соответствует эта форма записи? Напишите выражение для предела допускаемой погрешности, соответствующее обозначению класса точности.

**Вар.21.** Класс точности некоторого прибора обозначен как (6,0). Какой погрешности соответствует эта форма записи?

**Вар.22.** Класс точности некоторого прибора обозначен как 2,0<sub>Q</sub>. Какой погрешности соответствует эта форма записи? Какие особенности может иметь шкала данного прибора?

**Вар.23.** Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений. Определите цену деления и возможную допускаемую погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,0.

**Вар.24.** Цифровой частотометр класса точности 2,0 с номинальной частотой 50 Гц показывает 49 Гц. Чему равна измеряемая частота?

**Вар.25.** Класс точности некоторого прибора обозначен как (4). Какой погрешности соответствует эта форма записи?

**Вар.26.** Класс точности некоторого прибора обозначен как  $\surd 6,0$ . Какой погрешности соответствует эта форма записи? Какие особенности может иметь шкала данного прибора?

**Вар.27.** Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения давления в 100 кПа пружинным манометром класса точности 0,2 с пределом измерений на 600 кПа.

## 2) Тест по теме 1.2. «Обработка результатов измерений. Правила округления»

### Вариант 1

Фамилия \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

**Задание 1.** Значащих цифр в числе 0,000005840

1) 1    2) 2    3) 3    4) 4    5) 5    6) 6    7) 7    8) 8    9) 9    10) 10

**Задание 2.** В результате округления числа 0,012650 до 3-х значащих цифр получают

1) 0,01    2) 0,0126    3) 0,0127

**Задание 3.** Округлите окончательное значение среднего квадратического отклонения 0,091240 вычисленного по результатам обычных (не высокоточных) измерений

- 1)  $9 \cdot 10^{-2}$     2)  $9,1 \cdot 10^{-2}$     3)  $9,12 \cdot 10^{-2}$     4)  $9,124 \cdot 10^{-2}$

**Задание 4.** Округлите окончательное значение погрешности 0,0002849 вычисленной по результатам обычных (не высокоточных) измерений

- 1)  $2 \cdot 10^{-4}$     2)  $3 \cdot 10^{-4}$     3)  $2,8 \cdot 10^{-4}$     4)  $2,9 \cdot 10^{-4}$     5)  $2,84 \cdot 10^{-4}$     6)  $2,85 \cdot 10^{-4}$

Другие варианты тестовых заданий представлены в ОМД.

### **3) Задания для практической подготовки**

В соответствии с темой своей магистерской работы подберите ряд последовательных измерений какого-либо показателя состояния ОС (гидрометеорологических величин, гидрохимических наблюдений) или какого-либо показателя экоэффективности менеджмента или операционной деятельности предприятия по годам.

Обработайте результаты, определив:

1. оценки истинного значения измеряемой величины, смещённую и несмещённую оценки дисперсии, оценку среднего квадратического отклонения, оценку среднего квадратического отклонения среднего арифметического, среднее арифметическое отклонение. В случае обработки ряда неравнорассеянных измерений учтите качество измерений по сериям.
2. возможное смещение центра группирования — с выводом о выявленной закономерности;
3. результаты-выбросы;
4. закон распределения вероятности значения;
5. доверительный интервал.

### **5) Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине**

По Ведению

1. Какими средствами и методами обеспечивается достоверность и объективность результатов экологических исследований?
2. В чём заключается специфика природных объектов как объектов измерения?
3. Стадии жизненного цикла продукции, работ и услуг и их метрологическое обеспечение.
4. Особенности природно-хозяйственных систем как объектов метрологического обеспечения.

5. Основные понятия, связанные с объектами измерений: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира.

#### По теме 1.1

6. Метрология как наука об измерениях.
7. Основное уравнение измерений.
8. Понятие «параметр». Примеры из сферы экологии и природопользования.
9. Понятие «критерий». Примеры из сферы экологии и природопользования.
10. Понятие «размер физической величины»
11. Понятие «размерность физической величины»
12. Международная система единиц.
13. Теория размерности.
14. Шкалы измерений.

#### По теме 1.2

15. Понятие «точечная оценка».
16. Оценка истинного значения измеряемой величины [с использованием Excel и др. программ.](#)
17. Смещённая и несмещённая оценка дисперсии [с использованием Excel и др. программ.](#)
18. Оценка среднего квадратического отклонения [с использованием Excel и др. программ.](#)
19. Оценка среднего квадратического отклонения среднего арифметического значения [с использованием Excel и др. программ.](#)
20. Среднее арифметическое отклонение [с использованием Excel и др. программ.](#)
21. Разряды числа.
22. Значащие и верные цифры. Представление числа в стандартном виде.
23. Правила округления. Специфика при решении метрологических задач.
24. Понятие погрешности измерения.
25. Источники погрешностей.
26. Классификация погрешностей по формам.
27. Виды измерений.
28. Задачи измерений, испытаний, контроля.
29. Алгоритмы обработки однократных измерений.
30. Алгоритмы обработки прямых равнорассеянных многократных измерений.
31. Алгоритмы обработки косвенных измерений.
32. Алгоритмы обработки неравнорассеянных измерений.
33. Неравноточные измерения.
34. Описание результатов измерений с помощью эмпирических функций [с использованием Excel и др. программ.](#)



35. Описание результатов измерений с помощью аналитических функций с использованием Excel и др. программ.
36. Центральная предельная теорема.
37. Законы распределения вероятности, характерные для показателей состояния ОС.
38. Факторы их возникновения систематических погрешностей.
39. Формы систематических погрешностей.
40. Методы обнаружения систематических погрешностей с использованием Excel и др. программ.
41. Методы обнаружения скрытой закономерности в динамических процессах с использованием Excel и др. программ.
42. Методы исключения систематических погрешностей.
43. Грубые погрешности.
44. Методы обнаружения грубых погрешностей с использованием Excel и др. программ.
45. Оценка нормальности распределения результатов измерений графическим методом с использованием Excel и др. программ.
46. Оценка нормальности распределения результатов измерений двойным критерием с использованием Excel и др. программ.
47. Оценка нормальности распределения результатов измерений критерием Пирсона с использованием Excel и др. программ.
48. Оценка истинного значения измеряемой величины с помощью интервалов с использованием Excel и др. программ.

### По теме 1.3

49. Средство измерения (определение).
50. Цели создания средств измерений.
51. Классификация средств измерений по сложности и форме представления результатов измерений.
52. Классификация средств измерений по точности и массовости применения.
53. Передача информации о размерах единиц. Поверочная схема.
54. Метрологические характеристики средств измерений. Классы точности.
55. Выражение результатов измерений с учетом погрешностей приборов и опыта предыдущих измерений.

### По теме 1.4

56. Понятие метрологического обеспечения.
57. Организационные основы метрологического обеспечения. Уровни метрологических служб.
58. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами.
59. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений.
60. Содержание ГОСТ МО в области контроля ОС и негативных воздействий.

61. Градуировка СИ.
62. Калибровка СИ.
63. Поверка СИ.
64. Утверждение образца СИ.
65. Метрологическая экспертиза.
66. Государственный метрологический надзор.
67. Нормативные правовые акты и нормативно-техническая документация в сфере метрологического обеспечения водного хозяйства, строительства и инженерных изысканий.

#### По теме 2.1

68. Нормативные правовые акты и нормативно-техническая документация по экологическому контролю водных объектов, применяемые для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов.
69. Четкое следование правилам отбора, консервирования, упаковывания, транспортирования проб и пробоподготовки как залог минимизации систематической погрешности.
70. Определение необходимого количества пробоотборов.
71. Пользование метеорологическими, гидрологическими, гидробиологическими приборами. Определение гидрометеорологических условий в период сбора гидробиологических материалов.
72. **Формирование информационной базы данных материалов полевых наблюдений с использованием компьютерной техники** для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям.
73. Подсчет и измерение гидробионтов. Статистическая обработка полученных материалов камеральной обработки, статистические расчеты численности, биомассы, продукции для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям **средствами Excel и др. программ.**
74. Методы гидрохимического анализа. Их метрологическая характеристика, нормы и показатели точности.
75. Настройка и тарировка гидрологических приборов и гидрохимического оборудования для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям.
76. Освоение новых методик и приборов, используемых для выполнения анализов.
77. Оформление нормативно-технической документации для сертификации и аккредитации новых оборудования и методов гидрохимического анализа **средствами Word и др.**
78. Подготовка отчетной документации по контролю и мониторингу ВО *(с учетом требований системы госрегулирования в области МО)* **в том числе в электронном виде.**
79. Производство гидрохимического анализа по стандартным методикам для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям.

80. Ведение журнала гидрохимических измерений и гидрохимического анализа для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям (по метрологическим правилам), в том числе в электронном виде.
81. Регистрация данных приборов гидрохимического контроля параметров среды в установках для культивирования гидробионтов для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидрохимическим показателям.
82. Алгоритмы выполнения гидрохимических расчетов средствами Excel и др.

## По теме 2.2

83. Нормативные правовые акты РФ, руководящие материалы, относящиеся к сфере регулирования оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности; состав, содержание и метрологические требования к документации по созданию (реконструкции, ремонту, функционированию) объектов градостроительной деятельности и справочно-информационные системы, в которых они хранятся;
84. Методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ. Современные средства автоматизации и технологии выполнения работ (оказания услуг) по оценке качества и экспертизе для градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные и телекоммуникационные системы.
85. Определение параметров анализа и оценки объектов градостроительной деятельности, включая прогнозирование природно-техногенной опасности, внешних воздействий на объект, моделирование связанных с опасностями и воздействиями процессов и сценариев их развития, численный (математический) анализ средствами Excel и др.
86. Создание электронных таблиц, выполнение вычислений и обработка данных мониторинга и измерений для оценки результатов экологической деятельности организации; использование системы управления базами данных для хранения, систематизации и обработки информации о результатах мониторинга, измерений, оценки экологической эффективности и внутренних аудитов системы экологического менеджмента.
87. Квалиметрия как раздел метрологии и как научная основа сертификации.
88. Показатели качества.
89. Применение методов управления качеством измерений.
90. Требования к сертификации и аккредитации и условия сертификации и аккредитации гидрохимической лаборатории и методов анализа

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Обобщённые критерии представлены в таблице 10.

Таблица 10

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

#### 1) Критерии оценки решения типовых и особенных задач

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он решил задачу правильно (хотя бы с помощью преподавателя) и оформил решение по правилам;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он решил задачу неправильно (даже после консультации с преподавателем) или оформил решение не по правилам.

#### 2) Критерии оценки выполнения теста «Правила округления»

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если даны 3 или 4 правильных ответов;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если даны менее 3 правильных ответов.

#### 3) Критерии оценки выполнения заданий для практической подготовки

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если расчёты сделаны верно, отчет оформлен по правилам и студент отвечает на уточняющий вопрос;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если расчёты сделаны с ошибкой, либо отчет оформлен не по правилам, либо студент не отвечает на уточняющий вопрос.

#### **5) Критерии оценки за ответы на вопросы зачёта (установленные кафедрой):**

2 вопроса, время подготовки — 30 минут.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно воспроизвёл более 60 % информации по каждому вопросу, сделав не более одной принципиальной (грубой) ошибки;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он правильно воспроизвёл менее 60 % информации, сделав более одной принципиальной (грубой) ошибки.

Примечание: Зачёт может быть выставлен автоматически, в случае соответствия критериям промежуточной аттестации, установленным РГАУ-МСХА.

**Критерии промежуточной аттестации (рекомендованные в ПОЛОЖЕНИИ о промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП ВО – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (2020)):**

5.7.1. «Зачтено» выставляется на основе успешных ответов студентов на семинарах, коллоквиумах, по результатам контрольных работ, рефератов и отсутствия занятий, пропущенных по неважительной причине и неотработанных до начала зачетной недели. В остальных случаях студент обязан в период зачетной недели ликвидировать имеющиеся неотработанные задолженности по дисциплине.

2.13. Ведущим преподавателям дисциплин (лекторам) предоставлено право освобождать студентов от зачётов до сессии и от экзаменов в период сессии по результатам текущего контроля и работы по дисциплине – «отлично» в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Евграфов, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебно-методическое пособие / А. В. Евграфов. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 84 с. – 30 экз. (24 доступно)
2. Пуховский, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : Практикум для лабораторно-практических занятий / А. В. Пуховский, А. В. Ев-



графов. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 92 с. – 121 экз. (109 доступно)

3. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : Учебник и практикум / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря – 2-е изд. – М. : Юрайт, 2015. – 838 с. – 121 экз (109 доступно)

## 7.2 Дополнительная литература

1. Алтунин, В. С. Контроль качества воды : Справочник / В. С. Алтунин, Т. М. Белавцева. – М. : Колос, 1993 . – 367 с. – 1 экз.

2. Горелик, Д. О. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько – М. : изд-во стандартов, 1992. – 433 с. – 1экз.

3. Евграфов, А. В. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / А. В. Евграфов. – 2-е изд. – М. : МГУП, 2007. – 128 с. – 121 экз. (109 доступно)

4. Гугелев, А. В. Стандартизация, метрология и сертификация : Учебное пособие / А. В. Гугелев. – 2-е изд. – М. : Дашков и К<sup>о</sup>, 2012. – 271 с. – 10 экз.

5. Информатика. Практикум по MS EXCEL: практикум / Т. С. Белоярская [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – 65 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0278.pdf>. – 53 экз.

6. Пуховский, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : Учебное пособие / А. В. Пуховский, А. В. Евграфов. – М. : МГУП, 2008. – 127 с. – 17 экз. (14 доступно)

7. Рейфер, А. Б. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам / А. Б. Рейфер, М. И. Алексеенко, П. Н. Бурцев и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Спб. : Гидрометеиздат, 1976 . – 432 с. – 1 экз.

8. Сергеев, А. Г. Метрология : Учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. – М. : Логос, 2005. – 272 с. – 100 экз.

9. Усманов, Р. Р. Методика опытного дела (с расчетами в программе Excel): практикум / Р. Р. Усманов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – 155 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/umo468.pdf>.

## Периодические издания

1. Научно-практический журнал "Экология производства". Статьи журнала по теме "Экологическое нормирование".

URL: <http://www.ecoindustry.ru/magazine/archive/global/2/2.html> (открытый доступ)

2. Научно-практический журнал "Справочник эколога". Статьи журнала по теме "Экологическое нормирование". URL: <https://www.profiz.ru/eco/> (открытый доступ)

3. Журнал "Измерительная техника" и приложение "Метрология" URL:

<http://izmt.ru/> (открытый доступ)

4. Журнал «Вестник Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии» – официальное издание Росстандарта URL: <http://www.gostinfo.ru/pages/Vestnik/> (открытый доступ)

5. Журнал "Стандарты и качество" URL: <https://ria-stk.ru/stq/detail.php> (открытый доступ)

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений" (в дейс. ред.)

2. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ "О техническом регулировании" (в дейс. ред.)

3. Постановление Правительства РФ от 20.04.2010 N 250 (в дейс. ред.) "О перечне СИ, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области ОЕИ государственными региональными центрами метрологии"

4. Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации" (в дейс. ред.)

5. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2015 г. № 365 "Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»" (в дейс. ред.)

6. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (в дейс. ред.)

7. Закон от 07.02.1992 N 2300-1 "О защите прав потребителей" (в дейс. ред.)

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания по выполнению расчётных заданий и лабораторно-практических работ содержатся в:

1. Пуховский, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : Практикум для лабораторно-практических занятий / А. В. Пуховский, А. В. Евграфов. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 92 с. – 121 экз. (109 доступно)

2. Пуховский, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : рабочая тетрадь / А. В. Пуховский, А. В. Евграфов. – М. : РГАУ-МСХА, 2015 (*предоставляет ведущий практических занятий в электронном виде*)

Минимум необходимых материалов для освоения теоретических основ дисциплины, которые можно использовать для отработки пропущенных занятий, и примеры выполнения типовых задач содержатся в:

3. Евграфов, А. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебно-методическое пособие / А. В. Евграфов. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 84 с. – 30 экз. (24 доступно)

## 7.5 нормативно-технические документы

(по общим вопросам метрологии, а также НТД по МО охраны ОС, природопользованию и обеспечению экологической безопасности)

1. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
2. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.
3. Р 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.
4. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
5. ГОСТ Р 8.589-2001 ГСИ. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
6. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин.
7. ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений.
8. ГОСТ Р 8.000-2000. ГСИ. Основные положения.
9. ГОСТ Р 54500.3-2011 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.
10. ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
11. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности СИ. Общие требования.
12. ГОСТ 8.010-2013. ГСИ. МВИ. Основные положения.
13. МИ 2267-2000 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
14. МИ 1967-89 ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения.
15. ГОСТ Р ИСО 5725-1 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.
16. СТО. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Общие технические требования к средствам измерения и вспомогательному технологическому оборудованию пунктов водоучета.
17. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
18. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
19. ГОСТ Р 51657.3-2000 Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Гидрометрические сооружения и устройства. Классификация.
20. ГОСТ Р 51657.2-2000 Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Методы измерения расхода и объема воды. Классификация.
21. ГОСТ Р 51657.4-2002 Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Измерение расходов воды с использованием водосливов с треугольными порогами. Общие технические требования.
22. ПР 50.2.006–94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

23. ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
24. МИ 2304-08 ГСОЕИ. Метрологический надзор, осуществляемый метрологическими службами юридических лиц. Основные положения.
25. ГОСТ 8.315-1997 ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.
26. ПР 50.2.106–09 ГСИ. Порядок выдачи свидетельств об утверждении типа СО или типа СИ, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками СИ.
27. ПР 50.2.107–09 ГСИ. Требования к знакам утверждения типа СО или типа СИ и порядок их нанесения.
28. ГОСТ Р 1.6-2013 Стандартизация в российской федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы.
29. МИ 2267-93 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
30. ГОСТ 8.061–80 ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение
31. ГОСТ 2.114-2016 ЕСКД. Технические условия.
32. ГОСТ 8032–84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.
33. ГОСТ 17.0.0.01–76 Охрана природы. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования ресурсов.
34. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
35. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства. ГОСТ Р ИСО 14031-2016 Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности.
36. ГОСТ Р ИСО 14040-2010 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
37. СТО 4.2-1-2014 Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Градуировка регулирующих ГТС «фиксированное русло».
38. СТО 4.2-2-2014 Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Градуировка регулирующих гидротехнических сооружений.
39. СТО 4.2-4-2014 Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Водохранилища. Правила эксплуатации.
40. СП 100.13330.2016 Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85.
41. СП 81.13330.2017 Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 3.07.03-85\*.
42. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
43. ГОСТ ISO 9001-2015 СМК. Требования.
44. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
45. СДА-15-2009. Требования к испытательным лабораториям"

46. ГОСТ Р 56061-2014 Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля.

47. ГОСТ Р 56062-2014 Производственный экологический контроль. Общие положения.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. URL: <http://window.edu.ru> — Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам".

2. URL: <http://www.elibrary.ru> — Научная Электронная Библиотека.

### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для облегчения вычислений и приобретения навыков работы с современной вычислительной техникой обязательно использование общеупотребимых офисных программ. Для оформления письменных работ, работы в электронных библиотечных системах магистру необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных (Таблица 11).

Таблица 11

#### **Требования к программному обеспечению образовательного процесса**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)</b>	<b>Наименование программы</b>	<b>Тип программы</b>	<b>Автор</b>	<b>Год разработки</b>
1	Тема 1.1. Физические величины и единицы их измерения	Microsoft Word	текстовый редактор	Microsoft	любой
2	Тема 1.2. Обработка результатов измерений	Microsoft Excel	программа для работы с электронными таблицами	Microsoft	любой
		Microsoft Word	текстовый редактор	Microsoft	любой
3	Тема 1.3. Средства измерений	Microsoft Word	текстовый редактор	Microsoft	любой
4	Тема 1.4. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)				
5	Тема 2.1. Метрологическое обеспечение контроля и мониторинга водных объектов	Microsoft Excel	программа для работы с электронными таблицами	Microsoft	любой



6	Тема 2.2. Метрологическое обеспечение экосертификации, оценки качества и экспертизы градостроительной деятельности	Microsoft Word	текстовый редактор	Microsoft	любой
---	--	----------------	--------------------	-----------	-------

Могут быть использованы информационные, справочные и поисковые системы, как универсальные — Rambler, Google, Яндекс — так и специализированные:

1. Справочная правовая система [Консультант Плюс](http://www.consultant.ru). URL: <http://www.consultant.ru>
2. Справочная правовая система «Гарант». URL: <https://www.garant.ru>
3. Информационная система МЕГАНОРМ URL: <https://meganorm.ru>
4. Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации - URL: <https://docs.cntd.ru>
5. Каталог стандартов — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). URL: <http://old.gost.ru/wps/portal/pages.CatalogOfStandarts> (открытый доступ)

#### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**Рекомендации по аудиториям.** Наличие специализированных аудиторий, оснащенных спецоборудованием для проведения лекционных занятий и практических занятий, оснащенных средствами мультимедиа (проектор и ПК), а также доступа в интернет для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
№28/16 <i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i> <b>обязательна для практических занятий</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парты 13 шт.</li> <li>2. Доска меловая 1 шт.</li> <li>3. Анемометр с210134000001058)</li> <li>4. БАРОМЕТР PR-ZISIONS-BAROMETR GTD (Инв.№210134000001057)</li> <li>5. Газоанализатор химический в футляре 4 шт. (Инв.№410134000000147, Инв.№410134000000148, Инв.№410134000000149, Инв.№410134000000150)</li> <li>6. Измеритель уровня шума CENTER 325 2 шт. (Инв.№ 210134000000780, Инв.№210134000000781)</li> <li>7. Многофункциональный измеритель 4 в 1 (Инв.№210134000000277)</li> <li>8. Монитор 17" Samsung Sync Master (Инв.№410134000000135)</li> <li>9. Мультимедиа-проектор Optoma EzPro 585 (Инв.№210134000000038)</li> <li>10. Персональный компьютер (Инв.№210134000000931)</li> <li>11. Персональный компьютер для инженерной работы 8 шт. (Инв.№210134000000784, Инв.№210134000000792, Инв.№210134000000793, Инв.№210134000000795,</li> </ol>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Инв.№210134000000799, Инв.№210134000000800, Инв.№210134000000802, Инв.№210134000000803) 12. Плоттер HPDJ 450C C4715A (Инв.№410134000000719) 13. Рулонный настенный экран Draper Luma 178x178, белый матовый (Инв.№410136000000720) 14. Телевизор Samsung CS-7272 PTR (Инв.№410134000000008) 15. Фотоаппарат Canon A590 IS PowerShot (Инв.№410134000000910)
№28/9 <i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i>	1. Парты 18 шт. 2. Доска меловая 1 шт. 3. Комплект-лаборатория "НКВ-Р" (Инв.№ 210124000602026) 4. Компьютер Ноутбук Toshiba Satelite-5105 (Инв.№ 210134000000990) 5. Микроскоп Yntel QX3 Computer (Инв.№ 210134000000210) 6. Микроскоп Микмед 1 4 шт. (Инв.№ 410134000000141, Инв.№ 410134000000142, Инв.№ 410134000000143, Инв.№ 410134000000144) 7. Монитор 20" 0.28 Philips 200 BLR (Инв.№ 410134000000132) 8. Проектор NEC V260W(G) (Инв.№ 410134000001133) 9. Рулонный наст.экран Draper Luma (ост) (Инв.№ 210136000001728)
ЦНБ им. Железнова Н.И. читальные залы	ПК, доступ в интернет
Общежитие №11, 10 комнаты для самоподготовки	ПК, доступ в интернет

### Требование к специализированному оборудованию.

Желательны цифровые мультиметры (6...10 шт.), линейка, рулетка, штангельциркуль, микрометр, термометр, шприц, пипетка, мерная колба, мензурка, весы аптекарские, лабораторные, набор гирь, термopара, фотометр, барометр, барограф, кондуктометр, рН-метр, психрометр.

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСНОВОПОЛАГАЮЩИМ И НАИБОЛЕЕ ТРУДНЫМ ТЕМАМ

**Тема 1.2** (Обработка результатов измерений) и **Тема 1.3.** (Средства измерений) – основополагающие темы курса. Обязательно требуется изучить алгоритмы обработки по:

1. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

2. Р 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.

3. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.

Вычислительный аппарат метрологии позаимствован из математической статистики и теории вероятностей, поэтому перед началом изучения данных тем рекомендуется вспомнить законы распределения вероятности отсчёта, понятие нормальности, эмпирические и аналитические функции, центральную предельную теорему, моменты.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ В АУДИТОРИИ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ (ДЗ) И ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

**Исходные данные для решения аудиторных задач и задач ДЗ** представляет преподаватель (ОМД).

**Задачи 4, 5 и 6** – на обработку результатов многократных измерений. По конспекту студент должен просмотреть курс лекций (или воспользоваться учебным пособием из списка литературы) и вспомнить основные термины и определения, используемые в данном разделе.

**Цель работы** – на практике применить и освоить алгоритм обработки многократных измерений. При этом:

- рассчитываются параметры описательной статистики (с использованием расчётной таблицы по предлагаемой выше форме);
- определяется наличие в данных переменной систематической погрешности (графическим методом и по критерию Аббе);
- выясняется наличие в данных грубых погрешностей (по различным критериям без и с использованием табличных значений);
- рассчитывается интервальная оценка для среднего значения с использованием критерия Стьюдента.

Каждое подзадание должно заканчиваться выводом. Например, «...по критерию Аббе значимая систематическая погрешность не выявлена». Задание в отчете должно быть аккуратно оформлено, все промежуточные вычисления должны быть показаны.

**Задача 7** – по теме «средства измерения».

**Цель работы** – практика в работе с паспортными данными средств измерений.

Для выполнения задания необходимо прочитать конспект или Практикум. Например, в задаче может спрашиваться, как оценить погрешность конкретного единичного измерения, используя априорную информацию из паспорта прибора (класс точности). Студент должен уметь рассчитать эту погрешность и уметь обосновать способ расчёта.

По всем вопросам выполнения работы рабочей программой предусмотрены консультации в рамках практических занятий и в часы консультаций.

Алгоритм решения разъясняется в упражнениях.

**Исходные данные для практической подготовки** магистрант подбирает сам, исходя из своих научных интересов. В качестве ряда наблюдений могут выступать ряды последовательных измерений какого-либо показателя состояния ОС (гидрометеорологических, гидрохимических и т. д.) или какого-либо показателя экоэффективности менеджмента или операционной деятельности предприятия по годам.

Рекомендации по обработке данных и расчету параметров описательной статистики

Для ручной статистической обработки данных рекомендуется следующая форма для обработки и расчета величин *стандартного отклонения*  $S$  и *выборочной дисперсии*  $S^2$ . Обработанные по такой форме данные легко проверяются на наличие ошибок и облегчают исправление (таблица 12).

Таблица 12

**Обработка данных и расчёт параметров описательной статистики**

$i$	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1			
2			
...			
$n$			
Сумма	$\sum_{i=1}^n x_i$	$\sum_{i=1}^n  x_i - \bar{x} $	$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
Среднее	$\bar{x}$		$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
			$S \sqrt{S^2}$

*Среднее арифметическое значение результата измерений*  $\bar{x}$ , являющееся оценкой истинного значения  $Q$ , вычисляется по формуле:

$$\tilde{Q} = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где  $x_i$  — отдельные результаты измерений;  $n$  — число измерений.

В качестве основной числовой характеристики случайного рассеяния результатов измерений принята дисперсия  $D = \sigma^2$  или стандартное отклонение  $\sigma$ . Их оценки по ограниченному числу измерений —  $S^2$  и  $S$ .

*Смещённая и несмещённая оценки дисперсии* вычисляются по формулам:

$$\tilde{D} = S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

$$\tilde{D} = S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (3)$$

*Среднее квадратическое отклонение (СКО)*  $S$  группы из  $n$  результатов измерений вычисляется по формуле (4):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (4)$$

*Среднее арифметическое отклонение* вычисляется по формуле:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|. \quad (5)$$

**СКО среднего арифметического** вычисляется по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}. \quad (6)$$

Примечание. После расчёта стандартного отклонения следует выявить грубые промахи по критерию трёх сигм: максимальное по абсолютной величине отклонение  $|x_i - \bar{x}|$  нормируют к стандартному отклонению (делят на  $S$ ), и если эта величина превышает 3, то данное значение считают грубым промахом, прибор бракуют, а результат исключают из обработки).

Обязательна обработка данных с помощью электронных таблиц.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ НЕКОТОРЫХ ТЕМ

**Тема 1.1.** (В части «Виды шкал». Шкалы наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютные шкалы. Особенности применения шкал.) — изучается по любому учебнику или учебному пособию по метрологии.

**4. Тема 1.4.** (в части метрологического обеспечения в сфере охраны окружающей среды, природопользования и обеспечения экологической безопасности) изучается по исходным нормативно-техническим документам (см. Список нормативно-технических документов по экологии, природопользованию и обеспечению экологической безопасности в данной Рабочей программе), а также обзору из Пособия (Евграфов А. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методическое пособие / А.В. Евграфов. М.: РГАУ-МСХА, 2015).

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан ликвидировать задолженность в часы консультаций путём предоставления конспекта по пропущенной теме, решений задач и устного ответа на вопрос по обрабатываемой теме.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

### 1. Характеристика используемых форм, методов и технологий контроля учебной работы (аттестации) студента

Для аттестации используются текущая (за тесты и решение задач в аудитории) и промежуточная (зачёт) аттестация.

В ОМД представлены тестовые задания на тему «Правила округления». В Рабочей тетради представлен список важнейших терминов.

## **2. Правила учета результатов текущей аттестации при промежуточной аттестации по дисциплине**

Текущая аттестация проводится для целей мониторинга, выявления плохо усвоенных группой вопросов с целью их дополнительного освещения и имеет предупредительный характер.

При организации работы с документами для повышения эффективности преподавания можно по предварительной договорённости со студентами назначать из их числа докладчиков и учитывать индивидуальную активность при окончательной аттестации.

### Темы докладов (примерные)

1. Референтные методики измерений.
2. Деятельность Росстандарта в области метрологического обеспечения.
3. Электронный каталог CATALOGUE OF CRMs стандартных образцов состава природных и техногенных сред, разработанный Институтом геохимии СО РАН. Роль и перспективы развития стандартных образцов химического состава природных и техногенных сред.
4. Международные организации, уполномоченные в области МО.
5. Аккредитация лабораторий в области аналитического контроля за состоянием окружающей среды.
6. Метрологическое обеспечение в области контроля качества воды и почв.
7. Соблюдение требований пробоотбора, упаковывания и транспортирования проб для обеспечения качества анализа природных объектов.
8. Системы качества в аккредитованных испытательных лабораториях. Руководство по качеству.
9. Метрологические требования при проведении производственного экологического контроля.
10. Метрологические правила при заполнении экологической отчетности предприятия.

## **3. Условия получения студентом положительных оценок**

1. Устойчивое знание основных определений (понятий) в данной дисциплине, умение их изложить своими словами, отразив их суть (выявляется результатами тестов, опросами на занятиях и на зачёте).

2. Умение использовать остаточные знания в ответах на вопросы и решении поставленных задач (заданий).

### **Критерии оценок**

"Неудовлетворительно" – незнание или непонимание сути нескольких основных понятий дисциплины.

"Удовлетворительно" – знание большинства основных понятий, практические навыки при выполнении заданий.

"Хорошо" – знание большинства основных и дополнительных (неосновных) понятий, практические навыки при выполнении заданий.

"Отлично" – точная (не искажающая смысл) формулировка ответов на все поставленные вопросы, практические навыки при выполнении заданий.

#### 4. Исходные данные

Варианты исходных данных для задач первого раздела предоставляются преподавателем, второго – подбираются магистрантом самостоятельно в зависимости от сферы его научных интересов.

**Программу разработал:**

Евграфов Алексей Викторович, доцент, к. т. н.



(подпись)



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**«Метрологические основы экологических исследований»**  
**ОПОП ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование,**  
**направленность Экология и природопользование на водосборных территориях**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Пуховской Татьяной Юрьевной, ведущим научным сотрудником аналитической лаборатории Отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, кандидатом биологических наук, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» ОПОП ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленности Экология и природопользование на водосборных территориях (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчик – Евграфов Алексей Викторович, доцент кафедры экологии, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Метрологические основы экологических исследований» закреплено 6 компетенции. Дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» составляет 2 зачётных единицы (72 часа / из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Метрологические основы экологических исследований» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» предполагает 12 часов занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (решение задач, тесты), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины

вариативной части учебного плана – Б1 ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (1 учебно-методическое пособие, 1 учебник-практикум и 1 практикум), дополнительной литературой – 9 наименований, материалами к занятиям – 3 источника, нормативными правовыми актами – 7 источников, нормативно-техническими документами – 48 источников, периодическими изданиями – 5 источников со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» и обеспечивает использование современных образовательных, в т. ч. интерактивных методов обучения.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» по направлению 05.04.06 Экология и природопользование и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метрологические основы экологических исследований».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность Экология и природопользование на водосборных территориях (квалификация выпускника – магистр), разработанная доцентом кафедры экологии, кандидатом технических наук, Евграфовым А. В. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Пуховская Т. Ю.,

к. б. н., ведущий научный сотрудник аналитической лаборатории Отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова



«23» августа 2021 г.

Подпись рецензента Пуховской Т. Ю. заверяю





вариативной части учебного плана – Б1 ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (1 учебно-методическое пособие, 1 учебник-практикум и 1 практикум), дополнительной литературой – 9 наименований, материалами к занятиям – 3 источника, нормативными правовыми актами – 7 источников, нормативно-техническими документами – 48 источников, периодическими изданиями – 5 источников со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» и обеспечивает использование современных образовательных, в т. ч. интерактивных методов обучения.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» по направлению 05.04.06 Экология и природопользование и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

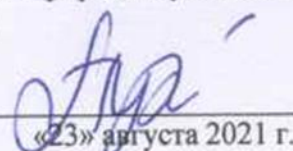
15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метрологические основы экологических исследований».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метрологические основы экологических исследований» по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность Экология и природопользование на водосборных территориях (квалификация выпускника – магистр), разработанная доцентом кафедры экологии, кандидатом технических наук, Евграфовым А. В. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Пуховская Т. Ю.,

к. б. н., ведущий научный сотрудник аналитической лаборатории Отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова

  
«23» августа 2021 г.

Подпись рецензента Пуховской Т. Ю. заверяю

*Зав. кафедрой*  
