

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Комарова Светлана Юриевна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 02.07.2025 13:35:37  
Уникальный идентификатор документа:  
43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f2098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»  
Факультет агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования**

**ОПОП по направлению 35.03.11 Гидромелиорация**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по освоению учебной дисциплины**

**Б1.В.ДВ.01.01 Гидравлика каналов и сооружений**

Направленность (профиль) - Строительство и эксплуатация гидромелиоративных систем  
с дополнительной квалификацией «Экономист предприятия»

Внутренние эк Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра -

Природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов

Разработчик,  
Ст. преп.

П. С. Ткачев

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника .....	5
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины: .....	5
1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины .....	7
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины .....	10
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины .....	10
2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе .....	11
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося .....	11
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося .....	11
4. Лекционные занятия .....	12
5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним .....	13
6. Лабораторный практикум. ....	15
6.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	15
7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины .....	16
7.1. Раздел 1 Каналы .....	16
7.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	18
7.2. Раздел 2. Гидравлика сооружений .....	18
7.2.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	20
7.3. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС .....	20
7.3.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	26
7.4. Рекомендации по самостоятельному изучению тем .....	26
7.4.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	27
8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы .....	27
8.1. Вопросы для входного контроля .....	27
8.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	28
8.2. Текущий контроль успеваемости .....	28
8.2.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	30
9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу .....	31
9.1 Процедура проведения зачета .....	31
9.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	32
9.2. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины .....	32
9.2.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины .....	32
9.2.2. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ .....	38

9.3 Перечень примерных вопросов к зачету .....	38
10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине ...	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	41

## **ВВЕДЕНИЕ**

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в электронной информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

## 1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

**Цель дисциплины:** формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в части:

- проведения междисциплинарных исследований в решении задач планирования и организации исследований антропогенного воздействия на компоненты природной среды и совершенствования деятельности в области гидромелиоративного строительства;
- осуществления инновационной деятельности в области проектирования, эксплуатации и строительства гидромелиоративных систем;
- организации процессов проектирования, строительства и эксплуатации систем гидромелиорации с обеспечением высокого качества этих процессов, и соответствия российским и международным нормативно-правовым документам.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь целостное представление о законах равновесия и движения жидкостей и о способах применения этих законов при решении практических задач в области гидромелиорации.

владеть: навыками выполнения инженерных гидравлических расчетов сооружений, соответствующих направлению подготовки; методикой выбора вида гидротехнических сооружений; методами проведения лабораторных гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов.

знать: основные параметры и способы расчета потоков в открытых руслах; способы гидравлического обоснования размеров основных сооружений на открытых потоках; назначение и область применения гидротехнических сооружений; устанавливать основные исходные данные для расчетов гидротехнических сооружений; основы фильтрационных расчетов

уметь: рассчитывать каналы и другие открытые русла; рассчитывать гидротехнические сооружения, относящиеся к области, гидромелиорация.

### 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании кото- рых задействована дис- циплина		Код и наиме- нование ин- дикатора до- стижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и пони- мать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
<b>Профессиональные компетенции</b>					
ПК-1	Способен к орга- низации работ по эксплуатации ме- лиоративных си- стем	ИД-2 <sub>ПК-1</sub>  обеспечивает контроль за рациональным использовани- ем водных ре- сурсов на ме- лиоративных	Правила экс- плуатации ме- лиоративных систем, техно- логия произ- водства мели- оративных ра- бот	Требования нормативных документов по выполнению ра- бот по уходу,  техническому обслуживанию, реконструкции мелиоративных	Контроль своевре- менности обеспе- чения механизиро- ванного отряда  необходимыми ма- териалами, техни- кой, оборудовани- ем, инструментом и

		системах		систем	транспортом
ПК-2	Способен к организации комплекса работ по мелиорации земель сельскохозяйственного назначения	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> осуществляет выбор технологий (технологических решений) проведения мелиорации земель сельскохозяйственного назначения	Технические средства эксплуатации.  Показатели надежности мелиоративных систем.	Анализировать эксплуатационную обстановку на каналах и сооружениях по результатам обследований.	Проведение технических обследований мелиоративных систем.

## 1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				Не зачтено	Зачтено			
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	1. Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. 2. Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач. 3. Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.			
Критерии оценивания								
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> обеспечивает контроль за рациональным использованием водных ресурсов на мелиоративных системах	Полнота знаний	Знать и понимать правила эксплуатации мелиоративных систем, технология производства мелиоративных работ	Не знает правила эксплуатации мелиоративных систем, технология производства мелиоративных работ	Ориентируется в правилах эксплуатации мелиоративных систем, технология производства мелиоративных работ.  Знает и понимает правила эксплуатации мелиоративных систем, технология производства мелиоративных работ.  Всесторонне знаком с правилами эксплуатации мелиоративных систем, технология производства	Выполнение расчетно-графической работы, тестирование.		

					мелиоративных работ.	
		Наличие умений	Знать и уметь применять требования нормативных документов по выполнению работ по уходу, техническому обслуживанию, реконструкции мелиоративных систем.	Не знает и не умеет применять требования нормативных документов по выполнению работ по уходу, техническому обслуживанию, реконструкции мелиоративных систем.	Знает требования нормативных документов по выполнению работ по уходу, техническому обслуживанию, реконструкции мелиоративных систем.  Всесторонне знаком с требованиями нормативных документов по выполнению работ по уходу, техническому обслуживанию, реконструкции мелиоративных систем.	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеть навыками контроля своевременности обеспечения механизированного отряда необходимыми материалами, техникой, оборудованием, инструментом и транспортом	Не владеет навыками контроля своевременности обеспечения механизированного отряда необходимыми материалами, техникой, оборудованием, инструментом и транспортом	Владеет навыками контроля своевременности обеспечения механизированного отряда необходимыми материалами, техникой, оборудованием, инструментом и транспортом.  В совершенстве владеет контролем своевременности и обеспечения механизированного отряда необходимыми материалами, техникой, оборудованием, инструментом и транспортом.	
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> осуществляет выбор технологий	Полнота знаний	Знает и понимает технические средства экс-	Не знает технические средства эксплуатации и показатели	Знает и понимает в технических средствах эксплуатации и показателях надежности мелиоративных систем.	Выполнение расчетно-графической работы, тести-

	(технологических решений) проведения мелиорации земель сельскохозяйственного назначения		плуатации и показатели надежности мелиоративных систем.	надежности мелиоративных систем.	В совершенстве владеет знаниями техническими средствами эксплуатации и в показателях надежности мелиоративных систем.	рование.
		Наличие умений	Уметь анализировать эксплуатационную обстановку на каналах и сооружениях по результатам обследований.	Не умеет анализировать эксплуатационную обстановку на каналах и сооружениях по результатам обследований.	Умеет анализировать эксплуатационную обстановку на каналах и сооружениях по результатам обследований.	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеть навыками проведения технических обследований мелиоративных систем.	Не владеет навыками проведения технических обследований мелиоративных систем.	Владеет навыками в проведение технических обследований мелиоративных систем. В совершенстве владеет и умеет проводить технические обследования мелиоративных систем.	

## 2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

### 2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоёмкость, 108 час			
	5 семестр, 3 курс*			
	Очная форма		заочная форма	
	№ 5 сем.	№ сем.	№ курса	№ курса
<b>1. Контактная работа</b>	54			
<b>1.1. Аудиторные занятия, всего</b>	54			
- лекции	18			
- практические занятия (включая семинары)	18			
- лабораторные работы	18			
<b>1.2. Консультации</b> (в соответствии с учебным планом)				
<b>2. Внеаудиторная академическая работа</b>	54			
<b>2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:</b>				
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**				
- расчетно-графической работы	26			
<b>2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы</b>	12			
<b>2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям</b>	10			
<b>2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):</b>	6			
<b>3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины</b>				
<b>ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:</b>	<b>Часы</b>	108		
	<b>Зачетные единицы</b>	3		
<i>Примечание:</i>				
* – <b>семестр</b> – для очной и очно-заочной формы обучения, <b>курс</b> – для заочной формы обучения;				
** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;				

## 2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела	общая	Трудоемкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час.					Консультации (в соответствии с учебным планом)	ВАРС		Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел
		Контактная работа						всего	Фиксированные виды		
		Аудиторная работа			занятия	всего					
		всего	лекции	практические (всех форм)				лабораторные	всего		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Очная форма обучения</b>											
1	<b>Раздел 1. Каналы.</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		<b>26</b>	<b>10</b>		Пк-1 Пк-2
	1.1 Тема: Равномерное движение в открытых руслах.										Пк-1 Пк-2
	1.2 Тема: Неравномерное движение в открытых руслах.										Пк-1 Пк-2
2	<b>Раздел 2. Гидравлика сооружений.</b>	<b>58</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>		<b>28</b>	<b>16</b>		Пк-1 Пк-2
	2.1 Тема: Водосливы и водосбросы.										Пк-1 Пк-2
	2.2 Тема: Гидравлический прыжок и водобойные сооружения.										Пк-1 Пк-2
	2.3 Тема: Сопрягающие сооружения										Пк-1 Пк-2
	Промежуточная аттестация		×	×	×	×		×	×	зачет	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>108</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	<b>26</b>		

### 3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

#### 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По двум разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося, своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятиям, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

#### 4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

раздела	№	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
	лекции		очная / форма	заочная форма	
1	2	3	4	5	6
1	<b>Раздел 1 Каналы.</b>				
	1	<b>Тема: Равномерное движение в открытых руслах.</b> Равномерное движение жидкости в открытых руслах (каналах). Допускаемые скорости движения воды в каналах. Различные профили каналов. Гидравлически наивыгоднейший профиль. Основные типы задач расчет каналов замкнутого сечения. Коэффициент Шези.	4		лекция с использованием презентации
		<b>2 Тема: Неравномерное движение в открытых руслах.</b> Дифференциальное уравнение плавно-изменяющегося движения жидкости и виды этого движения в открытом русле. Критерий Фруда, параметр кинетичности. Спокойные и бурные потоки. Удельная энергия потока и сечения. Уравнение критического состояния потока. Критический уклон. Критическая глубина для различных форм живого сечения. Формы свободной поверхности потока в открытых призматических руслах. Расчет кривых подпора и спада.	2		лекция с использованием презентации
2	<b>Раздел 2. Гидравлика сооружений.</b>				
	3	<b>Тема: Водосливы и водосбросы.</b> Классификация водосливов. Расчетные формулы для водосливов. Влияние типа водослива на	4		лекция с использованием презентации

		подтопления и сжатия на пропускную способность водослива. Расчет сжатой глубины при истечении через водосливы.			
	4	<b>Тема: Гидравлический прыжок и водобойные сооружения.</b> Гидравлический прыжок. Основное уравнение гидравлического прыжка. Прыжковая функция. Сопряженные глубины. Длина прыжка. Потери энергии в гидравлическом прыжке. Виды и принципы расчета водобойных сооружений.	4		лекция с использованием презентации
	5	<b>Тема: Сопрягающие сооружения.</b> Перепады. Быстротоки. Консольные водосбросы. Истечение из-под щита.	4		лекция с использованием презентации
	Общая трудоемкость лекционного курса		18		х
	Всего лекций по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:	
	- очная форма обучения		18	- очная форма обучения	
	- заочная форма обучения			- заочная форма обучения	
	<p><i>Примечания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6;</li> <li>- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.</li> </ul>				

### 5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним

Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 4.

Таблица 4 - Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

№		Тема занятия / Примерные вопросы на обсуждение (для семинарских занятий)	Трудоемкость по разделу, час.		Используемые интерактив- ные формы	Связь занятия с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Расчет каналов при равномерном движении воды. Метод расходной характеристики и гидравлического показателя русла.	6			<b>УЗ СРС</b>
	2	Расчет кривых свободной поверхности при неравномерном движении в призматических каналах и речных руслах. Расчет равномерного движения воды в канале с использованием метода расходной характеристики. Метод гидравлического показателя русла. Определение нормальной и критической глубины.	4			<b>УЗ СРС</b>

2	3	Определение расхода через водослив. Построение водосливной поверхности. Определение радиуса сопряжения. Расчет шахтного водосброса.	2			<b>УЗ СРС</b>
	4	Расчет гидравлического прыжка. Определение сопряженных глубин. Расчет кривой отгона гидравлического прыжка. Определение потерь напора и длины гидравлического прыжка.	2			<b>УЗ СРС</b>
	5	Расчет водобойных сооружений. Гидравлический расчет сопрягающих сооружений.	4			<b>УЗ СРС</b>
Всего практических занятий по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.	
- очная форма обучения		18	- очная форма обучения		0	
- заочная форма обучения			- заочная форма обучения			
В том числе в форме семинарских занятий						
- очная форма обучения						
- заочная форма обучения						
* <i>Условные обозначения:</i>						
<b>ОСП</b> – предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; <b>УЗ СРС</b> – на занятии выдается задание на конкретную ВАРС; <b>ПР СРС</b> – занятие содержательно базируется на результатах выполнения обучающимся конкретной ВАРС.						
<i>Примечания:</i>						
- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6;						
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.						

Подготовка обучающихся к практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На практических занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия, а также изучение литературы.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

## 6. Лабораторный практикум.

### Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам дисциплины

Таблица 6 Лабораторный практикум

№			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час		Связь с ВАРС		Применяемые интерактивные формы обучения
раздела	ЛЗ*	ЛР*		очная форма	заочная форма	предусмотрена само-подготовка к занятию +/-	защита отчета о ЛР во внеаудиторное время +/-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2		1	Тема: Изучение явления гидравлического прыжка (в прямоугольном русле).	2		+	+	
		2	Тема: Истечение из-под щита.	4		+	+	
		3	Тема: Истечение через водослив практического	4		+	+	
		4	Тема: Истечение через водослив с широким порогом	4		+	+	
		5	Тема: Истечение через водослив с тонкой стенкой (мерные водосливы).	4		+	+	
Итого ЛР			Общая трудоемкость ЛР	18		x		
<p><b>Примечания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6;</li> <li>- обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.</li> </ul>								

Подготовка студентов к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает самостоятельное изучение темы исследования, выдаваемым в конце предыдущего занятия. Для осуществления работы по подготовке к лабораторным занятиям, необходимо ознакомиться с путеводителем по дисциплине, в котором внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

#### 6.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- оценка «зачтено» присваивается за качественное оформление работы, правильные ответы на вопросы;
- оценка «не зачтено» по работе выставляется, если студент не смог дать грамотный ответ на вопросы.

## 7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах. Такими журналами являются: Водные ресурсы, Экология. Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

При изучении раздела 1 и 2 обучающемуся требуется освоить материалы рекомендуемой литературы.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

### 7.1. Раздел 1 Каналы

#### Краткое содержание

Целью настоящей темы является установление взаимосвязи между гидравлическими характеристиками потока при равномерном безнапорном движении жидкости и геометрическим характеристикам открытых русел (каналов) и каналов замкнутого сечения.

Основная задача данной темы - овладеть методикой гидравлического расчета каналов при равномерном движении жидкости.

Сначала следует рассмотреть условия равномерного движения в канале. Разобрать, почему при равномерном движении следует равенство гидравлического уклона уклону дна русла.

Вспомнить определение коэффициента Шези  $C$  в зависимости от гидравлического радиуса  $R$  и коэффициента шероховатости  $n$  (формула Павловского, Агроскина) и ознакомится по справочным таблицам с диапазоном измерения величины  $n$  в каналах при различных грунтах и условиях содержания канала.

Рассмотреть для основной формы поперечного сечения каналов в грунтах - трапецеидальной, определение характеристик:  $Q$ ,  $V$ ,  $h$ ,  $b$ ,  $B$ ,  $\beta$ ,  $\omega$ ,  $R$ . Знать их размерность и взаимосвязь.

При расчете каналов основными типами задач являются:

- а) определение  $Q$ ,  $v$  или  $i$  при заданных элементах поперечного сечения;
- б) определение размеров поперечного сечения канала при заданных  $Q$ ,  $i$ ,  $v$ .

Следует усвоить способы решения этих задач. При определении размеров канала ( $b$  и  $h$ ) надо уметь пользоваться рекомендацией С.А. Гиршкана  $\beta = b/h = 3Q - m$

При расчетах важно уметь пользоваться справочными таблицами для выбора допустимых скоростей на размыв, коэффициентов шероховатости  $n$ , откоса  $m$ , относительной ширины  $\beta$  при заданной характеристике канала (грунт, условия содержания, назначение канала). При расчетах канала замкнутого сечения необходимо пользоваться вспомогательными графиками соответственными для отношений  $Kn/K$ ,  $Wn/W$  при различной степени наполнения канала  $a = hn/H$ .

Рассмотреть понятие удельной энергии сечения и ее измерение в зависимости от длины и глубины при равномерном и неравномерном движении. На графике удельной энергии сечения рассмотреть изменение кинетической и потенциальной частей удельной энергии в связи с изменением глубины. Усвоить понятие критической глубины и критического уклона. Следует связать с понятием критической глубины состояние открытых потоков, т. е. при какой глубине по сравнению с критической будет спокойный поток, бурный поток, поток в критическом состоянии и значения  $P_k$  для этих потоков. Для расчета критических глубин в руслах правильной формы получены аналитические формулы; для неправильных русел критическая глубина определяется по предварительно построенному графику  $\mathcal{E} = f(h)$  для этого русла. Следует ознакомиться с формулами для определения  $h_k$  при различной форме поперечного сечения потока.

При неравномерном движении, в отличие от равномерного, средние скорости изменяются по длине потока вследствие изменения глубины. При увеличении или уменьшении глубины по длине русла в нем формируется свободная поверхность соответственно в виде кривой подпора или спада.

Для того чтобы разобраться в многообразии возможных форм свободной поверхности при различных уклонах дна русла в спокойном и бурном потоке, необходимо произвести анализ дифференциального уравнения неравномерного движения. Выяснить характер изменения, т. е. изменения глубин по длине потока. Задачей - рассчитать и построить кривые свободной поверхности при различных заданных условиях

#### Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. При каких условиях движение в открытом русле считается равномерным?
2. Как с помощью уравнения Шези определить в трапецеидальном канале нормальную глубину при заданных  $Q, i, m, n, b$  или ширину по дну  $b$  при заданных  $Q, i, m, n, h$ ?
3. От каких факторов зависит допустимая скорость на размыв?
4. Каким способом можно выполнить расчет размеров канала ( $b$  и  $h$ ) с минимальной затратой времени? Убедитесь в этом практически?
5. Что такое степень наполнения канала?
6. При выполнении каких условий движение можно считать установившемся, плавно изменяющимся?
7. Как взаимосвязаны параметр кинетичности  $P_k$ , средняя скорость  $v$  и средняя глубина  $h_{cp}$ ?
8. Как взаимосвязаны критическая глубина  $h_k$  и критический уклон  $i_k$ ?
9. При выполнении каких условий поток будет находиться в спокойном, в бурном или в критическом состоянии?
10. Если в призматическом трапецеидальном русле (канале) движение установившееся неравномерное, то какие из характеристик  $Q, v, i, m, n, h, b, B, \omega, \chi, R, P_k, h_k$ , указанных в общепринятых обозначениях будут изменяться по длине потока и какие останутся постоянными?
11. Выпишите уравнение, посредством которого производится анализ кривых свободной поверхности, объясните значение каждого члена уравнения и выполните самостоятельно (предварительно разобрав в учебнике) анализ в зонах  $a, b, c$  при условии  $i_k > i > 0$  (т. е. заданный уклон  $i$  меньше критического уклона и больше нуля). К каким глубинам стремятся глубины кривых на границах в этих зонах?
12. Какая форма свободной поверхности потока будет при  $i < 0$  и  $i = 0$ , если в начальном сечении потока находится в бурном состоянии
13. (например, при истечении из-под затвора)?
14. Какие значения глубин следует практически принимать за начальное (в начале кривой) при вычислении длины кривой подпора и кривой спада в спокойном потоке?
15. Как определяется гидравлический показатель русла  $x$ , применяемый в способе Бахметева.

#### Процедура оценивания

После изучения раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических занятиях и выполнения тестов по разделам дисциплины.

### 7.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы рубежного контроля

- оценка «зачтено» выставляется, если студент на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если студент неаккуратно оформил отчетный материал в виде реферата на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

### 7.2. Раздел 2. Гидравлика сооружений. Краткое содержание

Цель настоящей темы - установление взаимосвязи гидравлических характеристик водосливов с геометрическими. Основной задачей данной темы является практическое применение предлагаемых зависимостей для расчета плотин, шлюзов-регуляторов и т. д. Водосливы устраиваются на реках и каналах как водопропускные сооружения с расчетными расходами от долей  $\text{м}^3/\text{с}$  до нескольких тысяч  $\text{м}^3/\text{с}$  (плотины на реках Сибири). Изучение темы надо начинать с классификации водосливов по различным признакам: по форме продольного профиля (по оси потока) водослива и по расположению водослива в план. Усвоить терминологию и буквенные обозначения основных характеристик: напор перед водосливом  $H$ , высота порога водослива  $p$ , уровень верхнего бьефа УВБ и т. д. Расход  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) любого водослива зависимости от гидродинамического напора  $H_0$  (м), ширина  $b$  (м), ускорение силы тяжести  $g$  ( $\text{м}/\text{с}^2$ ), т. е.  $Q = f(H_0, b, g)$ . В получаемом отсюда расчетном уравнении, применяемом и для водосливов с тонкой стенкой, и для практического профиля, и для широкого порога, специфику водослива отражает численное значение коэффициента расхода. Следует обратить внимание на то, что наличие бокового сжатия, скорости подхода, подтопления для каждого типа водослива учитывается при расчете различно. Изучить водосливы следует отдельно: с начала водосливы с тонкой стенкой, затем водосливы практического профиля, затем водосливы с широким порогом. Надо обратить внимание на то, что водосливы с тонкой стенкой применяются как водомеры (в лабораториях и на малых каналах) для измерения относительно небольших расходов.

Формулы, полученные для водосливов с широким порогом, применяются также для расчета отверстий мостов через каналы, без напорные короткие трубы, т. е. для водосливов, у которых высота порога  $p=0$ .

Изучая водосливы практического профиля, надо обратить внимание на способ построения водосливной грани и поверхности струи для проектного (или профилирующего) напора. Основой способа является исследование траектории свободнопадающей струи с водослива, имеющего тонкую стенку.

Разобраться, как определять расход через водослив при напоре, отличающемся от проектного, а также условия подтопления водослива с нижнего бьефа и учет подтопления при определении расхода через водослив.

Переход потока из бурного состояния ( $h < h_k$ ) в спокойное ( $h > h_k$ ) происходит в форме гидравлического прыжка. Неизбежность возникновения гидравлического прыжка при переходе глубины от  $h < h_k$  к  $h > h_k$  в потоке вытекает из анализа дифференциального уравнения, а также из графика удельной энергии сечения. От уравнения прыжка надо перейти к равенству прыжковой функции  $\Pi(h') = \Pi(h'')$ . Рассмотреть анализ прыжковой функции и ее график. Определить на графике место  $h_k$  и разобраться, как найти по графику сопряженную глубину с заданной перед прыжком или за прыжком. Обратить внимание на то, что график  $\Pi(h)$  можно построить для русла любой формы и находить по этому графику сопряженные глубины. Необходимым условием при этом является то, чтобы участок русла, на котором происходит прыжок, был призматическим, т. е. форма сечения русла оставалась бы неизменной. Для прыжка в прямоугольном русле следует рассмотреть формулу потерь энергии в прыжке, а также эмпирические формулы для определения длины прыжка при различных числовых значениях параметра кинетичности  $P_k$  и длины послепрыжкового участка.

Рассмотрев возможные формы сопряжения в нижнем бьефе, нужно перейти к изучению способов преобразования бурного потока в спокойный в нижнем бьефе гидротехнических сооружений.

Рассмотреть определения длины отгона прыжка при отсутствии гасителей и показать неэкономичность такого решения.

Выяснить цель устройства водобойного колодца, водобойной стенки, овладеть методикой их расчета и твердо знать эти расчеты. После освоения методики непосредственного расчета глубины водобойного колодца и высоты водобойной стенки по формулам можно переходить к использованию различных вспомогательных приемов (графиков, таблиц и т. д.), ускоряющих расчет.

Существенный вопрос при гидравлическом расчете сопрягающих сооружений заключается в том, чтобы правильно выбрать расчетную схему отдельных частей сооружения и

обосновать значение выбранных эмпирических коэффициентов.

К сопрягающим сооружениям относятся, главным образом, перепады и быстротоки, гидравлический расчет которых включает:

- 1) расчет входной части;
- 2) расчет ступени перепада или водоската на быстротоке;
- 3) расчет выходной части, то есть сопряжение с отводящим каналом.

Полезно при проработке выписать формулы, по которым для типовой схемы перепада рассчитывается входная часть (ширина  $b$  или напор  $H$  и высота входного порога  $p_{вх}$ ), длина ступени, размеры водобойного колодца и выходной части. Для расчета быстротока выписать уравнение, по которому рассчитывается кривая спада на водоскате.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Напишите формулы расхода через водосливы с острым ребром прямоугольной, трапецеидальной и треугольной формы.
2. Где на практике применяются водосливы водомеры.
3. При каких условиях прямоугольный водослив с острым ребром будет подтоплен, как учитывается подтопление водослива?
4. Как классифицируются водосливы по форме профиля и очертанию в плане?
5. Где в практике устанавливаются водосливы с тонкой стенкой, с широким порогом, практического профиля?
6. Как учитывается боковое сжатие при расчете водосливов?
7. Какой напор называется проектным или профилирующим и как определить коэффициент расхода  $m$ , если напор отличается от проектного?
8. Что такое гидравлический прыжок, какова его структура (зоны и распределения скоростей) и какие различаются виды гидравлического прыжка?
9. Как записывается и как выражается графическая прыжковая функция (нарисуйте), как воспользоваться ею при расчёте сопряженных глубин?
10. Если известна одна из глубин в прыжке, каким способом можно определить её сопряженную в случаях призматического русла:
11. неправильной (геометрической) формы;
12. Прямоугольной формы в случае непризматического русла.
13. Что называется, длиной гидравлического прыжка и по каким формулам она рассчитывается?
14. Как определить потери энергии в прыжке?
15. Объясните почему переход потока из бурного состояния в спокойное невозможен без прыжка?
16. Какая глубина по сравнению с критической и какие  $Fr$  по сравнению с единицей будут перед прыжком и за прыжком?
17. Какие возможны формы сопряжения при переходе бурного потока в спокойный в нижнем бьефе гидротехнических сооружений?
18. Напишите условия отогнанного прыжка, предельной формы сопряжения и надвинутого прыжка?
19. Как определяется глубина в сжатом сечении и сопряженная с ней глубина?
20. Как определяется длина отгона прыжка при отсутствии гасителей?
21. Опишите методику расчета глубины водобойного колодца и высоты водобойной стенки и покажите принятые вами обозначения на схеме.
22. Пояснить назначение перепадов и быстротоков.
23. Для чего нужна водобойная стенка на ступени перепада и как определяется ее высота?
24. Из каких частей складывается длина ступени колодезного перепада и как она вычисляется?

#### Процедура оценивания

После изучения раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических занятиях и выполнения тестов по разделам дисциплины.

### 7.2.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы рубежного контроля

- оценка «зачтено» выставляется, если студент на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если студент неаккуратно оформил отчетный материал в виде реферата на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

### 7.3. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

#### Рекомендации по написанию расчетно-графической работы

Задание на расчетно-графическую работу (далее по тексту – РГР) следует брать по последней цифре шифра зачетной книжки.

Текстовый материал РГР должен быть оформлен в виде пояснительной записки объемом 15...20 страниц на листах формата А4. Текст должен быть написан разборчивым почерком или распечатан на принтере. Записи производят на одной стороне листа с полями шириной 20 мм слева и 5 мм справа.

Текст должен быть стилистически и орфографически правильным без сокращений слов. Все формулы приводятся сначала в буквенном выражении с последующей расшифровкой входящих в формулу величин, а затем уже в них проставляют цифровые значения и производят решение относительно искомой величины.

При использовании нормативных и справочных данных следует делать ссылку на источники. В конце расчетно-графической работы необходимо привести перечень использованной литературы с указанием автора, названия книги, издательства и года издания.

Текст РГР должен начинаться с титульного листа, выполненного на обычной писчей бумаге. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с требованиями стандарта.

Решение каждой задачи следует начинать с новой страницы. Текст задач пишется полностью, без сокращений. После чего следует составить краткие условия задачи с рисунком, выполненным чертежными инструментами. Вычисления должны соответствовать необходимой точности (до сотых).

Графическую часть работы (графики) необходимо выполнять на миллиметровой бумаге или на компьютере.

При решении задач чрезвычайно важно следить за соблюдением единства размерности всех входящих в расчетные формулы величин. Недостаточное внимание к размерностям – наиболее частая причина ошибок.

Выполненную РГР обучающийся обязан представить преподавателю на проверку не позже, чем за 10 дней до начала экзаменационной сессии. В возвращенной РГР обучающийся должен исправить все отмеченные ошибки и выполнить все данные ему указания.

#### Задача 1.

Расчет канала трапецеидального сечения (рис. 1) проектируется при известном нормальном расходе  $Q$ , уклоне дна  $i$ , грунте (табл. 1.1). Форсированный расход определяется через коэффициент форсировки  $Q_{\text{ф}} = k_{\text{ф}}Q$ . Расчет ведется при равномерном движении в канале.

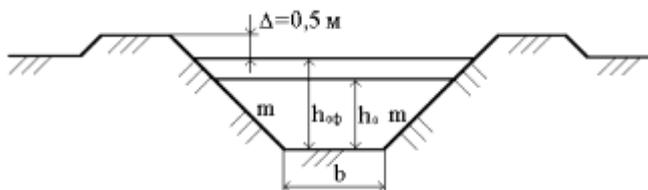


Рис. 1

Требуется:

1. Определить по справочнику коэффициент шероховатости русла и коэффициент заложения откосов  $m$ .
  2. Определить размеры живого сечения ( $b$ ,  $h_0$ ,  $\beta$ ) при  $Q$  по дополнительным условиям, приведенным в табл. 1.2.
  3. В случае если  $k_\phi > 1$ , определить нормальную глубину  $h_{0ф}$  при  $Q_\phi$ .
  4. Определить среднюю скорость в сечении при  $Q$  и  $Q_\phi$  и проверить возможность размыва.
- Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с	16	18	28	30	20	22	32	34	24	26
Уклон дна $i$	0,0001 4	0,0001 6	0,000 3	0,0003 2	0,0001 8	0,000 2	0,0002 6	0,0002 8	0,00022	0,0002 4
Грунт	суглинок		глина		суглинок		глина		глина	
Коэффициент форсировки $k_\phi$	1,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05
Ширина по дну $b$ , м	8	-	-	10	-	-	-	-	-	12
Глубина $h_0$ , м	-	-	-	-	2,0	-	-	-	2,5	-
Относительная ширина $\beta$	-	$\beta_{гн}$	6	-	4	-	-	7	-	-
Средняя скорость $v$	-	-	-	-	-	-	$< v_{доп}$	-	-	-

Указание:

В случае расчета ширины по дну  $b$  ее значение округляется до нормативного (если  $b = 2-5$  м, то шаг 0,5 м; если  $b > 5$  м, то шаг 1 м). При принятом значении  $b$  уточняется нормальная глубина  $h_0$ , затем определяются  $\beta$  и  $v$ .

## Задача 2.

Определить размеры гидравлического прыжка в канале с коэффициентом откоса  $m$  и шириной по дну  $b$  при расходе  $Q$  возникает гидравлический прыжок с первой сопряженной глубиной  $h_1$  (рис. 2.1).

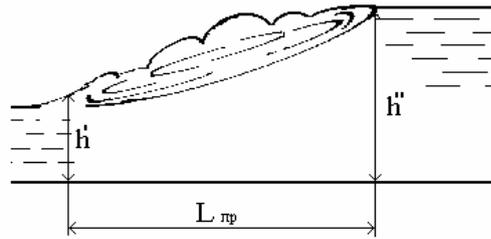


Рис. 2

Требуется:

1. Выяснить вид прыжка (совершенный или несовершенный).
  2. Построить график прыжковой функции по уравнению  
,
- задаваясь несколькими глубинами  $h < h_{кр}$ ,  $h = h_{кр}$  и  $h > h_{кр}$ , и определить по

$$\Pi(h) = \frac{\alpha_1 Q^2}{g \omega} + \omega h_{цт}$$

графику вторую сопряженную глубину  $h_2$ .

3. Для канала прямоугольного поперечного сечения ( $m=0$ ) значение глубины  $h_2$  получить также по формуле.
4. Вычислить длину прыжка.

Расчет выполнить для одного из вариантов, приведенных в табл. 2.

Указания:

1. Глубина погружения центра тяжести трапеции

$$h_{цт} = \frac{h}{6} \cdot \frac{3b + 2mh}{b + mh}$$

2. Принять коэффициент количества движения  $\alpha' = 1$ .
3. Длина прыжка в трапецидальном русле может быть получена по приближенной формуле

$$l_{пp} = 5h'' \left( 1 + 4 \sqrt{\frac{B_2 - B_1}{B_1}} \right)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  - ширина до уреза воды соответственно до и после прыжка.

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с										
Глубина $h_1$ , м	50	40	30	55	45	35	53	42	33	27
Ширина канала $b$ , м	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4	0,4
Коэффициент $m$	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5

## Задача 3.

При входе в трапецидальный канал проектируется регулятор, работающий как водослив с широким порогом (рис. 3.1 - 3.2). Высота водослива  $p$ . При пропуске расчетного расхода  $Q$  глубина воды в канале перед водосливом равна  $h_k$ , за водосливом -  $h_6$ .

Числовые данные указаны в табл. 3.

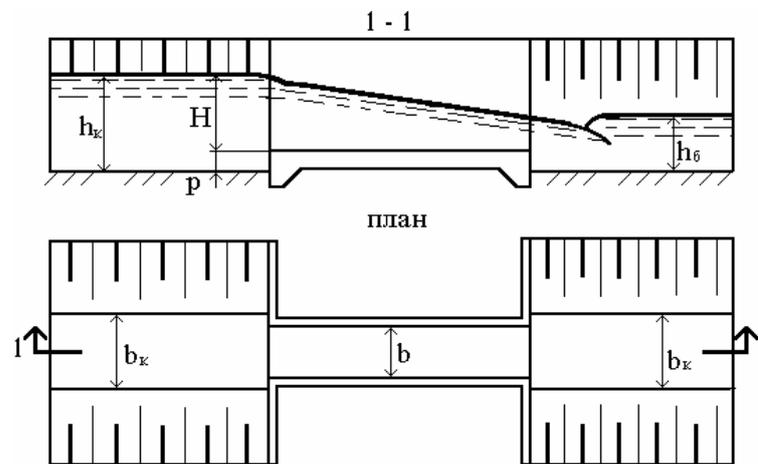


Рис. 3.1

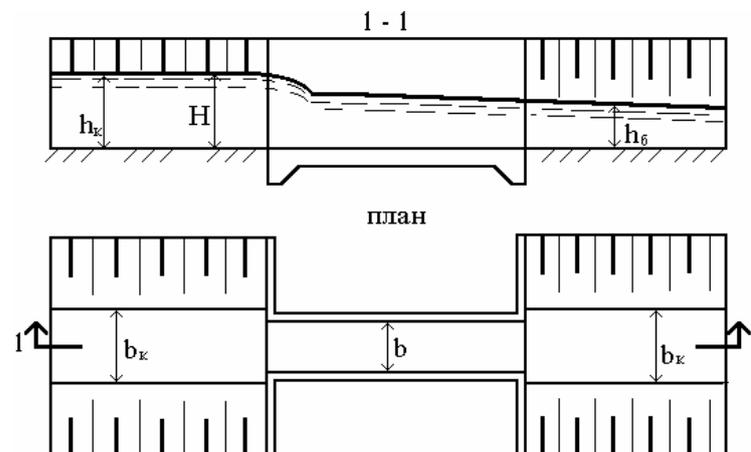


Рис. 3.2

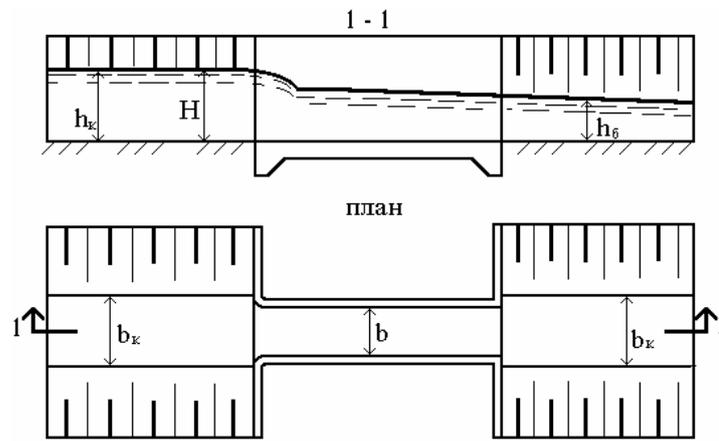


Рис. 3.3

Требуется:

Определить ширину водослива  $b$ .

Таблица 3

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с	35	32	30	27	25	23	20	17	15	13
Глубина $h_б$ , м	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
Высота порога $p$ , м	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Ширина канала $b_k$ , м	7	8	9	10	7	8	9	10	8	9
Коэффициент заложения откоса $m_k$	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	1,0	1,5
Глубина $h_k$ , м	$1,4h_б$	$1,3h_б$	$1,2h_б$	$1,1h_б$	$1,4h_б$	$1,3h_б$	$1,2h_б$	$1,1h_б$	$1,3h_б$	$1,2h_б$
Рисунок	3.1			3.2			3.3			

#### Задача 4.

Расчет бьефоспрягающего сооружения.

Расчитать быстротой прямоугольного поперечного сечения на пропуск расхода  $Q$  (рис. 4). Длина быстротока (водоската)  $L$ , уклон  $i$ . подводящий к быстротоку канал трапециевидального сечения с шириной  $b_k$  по дну, коэффициентом откоса  $m$  и глубиной наполнения  $h_0$ .

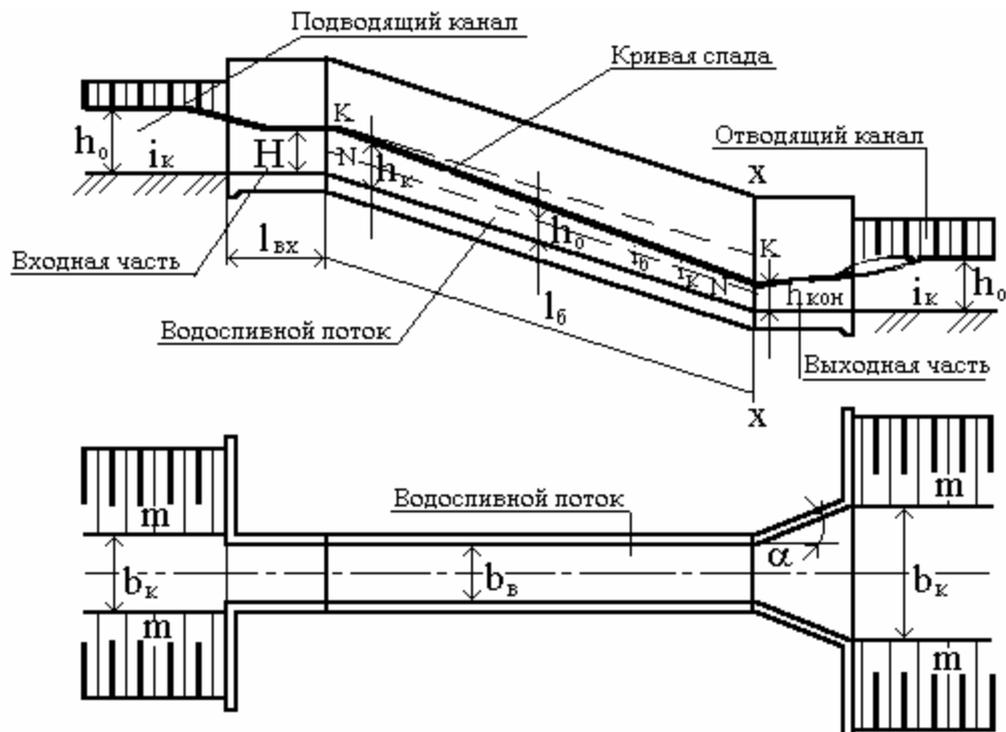


Рис. 4

Требуется:

1. Определить ширину входной части быстротока из условий сохранения глубины  $h_0$  в подводящем канале. Форму входа в плане выбирать самостоятельно.
2. Водоскат принять такой же ширины, как и ширина входной части. Рассчитать кривую свободной поверхности на водоскате и определить глубину и скорость в конечном сечении.
3. Рассчитать выходную часть, сопрягающий водоскат с отводящим каналом, имеющим то же сечение, что и перед быстротоком.
4. В случае отгона гидравлического прыжка - рассчитать водобойный колодец.

По полученному расчету начертить продольный профиль и план быстротока в масштабе, с построением кривой свободной поверхности потока на водоскате и сопряжений в подводящем и отводящем каналах.

Числовые расчетные данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с	5,20	4,35	10,0	8,0	11,0	7,5	12,0	6,5	20,0	14,0
Глубина $h_0$ , м	1,38	1,62	1,43	1,40	1,53	1,48	1,67	1,42	1,73	1,81
Длина $L$ , м	107	50	115	80	120	110	95	116	140	150
Ширина канала $b_k$ , м	4,60	3,80	6,00	5,20	6,80	5,10	6,50	4,80	7,80	6,40
Коэффициент заложения откоса $m_k$	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,5

Уклон $i$	0,06	0,08	0,09	0,07	0,09	0,10	0,07	0,08	0,12	0,09
Коэффициент шероховатости $n$ в канале	0,017	0,014	0,017	0,014	0,017	0,014	0,017	0,014	0,017	0,014

### 7.3.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Выполненная расчетно-графическая работа, состоящая из расчетной части и графической части на 1 листе формата А4, сдается на проверку преподавателю за две недели до окончания семестра. После проверки РГР обучающийся должен внести в него исправления по всем отмеченным преподавателем замечаниям.

Собеседование со обучающимся по РГР проводится в соответствии графиком, составленным преподавателем и утвержденным на заседании кафедры. После сообщения обучающегося о содержании работы и принятых инженерных решениях он отвечает на вопросы преподавателя и обучающего.

Оценка работы рейтинговая. Максимальное количество баллов – 100 – распределяется следующим образом:

- за защиту (собеседование) – 30;
- содержание работы – 50;
- оформление работы – 20.

Баллы за содержание и оформление выставляются преподавателем при проверке и после исправления замечаний по работе корректировке не подлежат.

Обучающемуся, набравшему суммарно:

- более 60 баллов – **«зачтено»**.

Если количество баллов менее 60, то обучающийся проходит процедуру собеседования повторно, дату и время которой устанавливает преподаватель.

### 7.4. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

В процессе самостоятельного изучения темы обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного или письменного ответа.

#### ВОПРОСЫ

##### для самостоятельного изучения темы

##### Раздел 1 «Каналы»

1. Особенности расчета коротких каналов и безнапорных водоводов.
2. Расчет каналов, имеющих замкнутое поперечное сечение
3. Построение кривых свободной поверхности потока по способу Н.Н. Павловскому.

#### ВОПРОСЫ

##### для самостоятельного изучения темы

##### Раздел 2. «Гидравлика сооружений»

1. Прямые прямоугольные водосливы со стенкой практического профиля.
2. Сопряженные глубины.
3. Длина прыжка.
4. Потери энергии в гидравлическом прыжке.
5. Виды и принципы расчета водобойных сооружений.
6. Гидравлический расчет сопрягающих сооружений.

## Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов (план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

При **самостоятельном изучении тем** обучающему следует уделить внимание вопросам плана. При этом необходимо составлять конспекты, в которые заносятся основные положения, составляются схемы постановки опытов.

Желательно, чтобы обучающийся, за период освоения курса составил терминологический словарь, поясняющий основные понятия и термины, что будет полезным при освоении профильных дисциплин и подготовке к итоговой государственной аттестации. Для составления терминологического словаря можно воспользоваться материалами, приведенными в учебной литературе, ссылки на которые приведены в ИОС.

### 7.4.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ самостоятельного изучения темы

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающий на основе самостоятельно изученного материала, смог всесторонне раскрыть содержание темы при рубежном тестировании по разделам в ИОС.

- оценка «не зачтено» выставляется, если на основе самостоятельно изученного материала, не смог раскрыть содержание темы, не прошел рубежное тестирование в ИОС.

## 8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы

### 8.1. Вопросы для входного контроля

1. Понятие о жидкости.
2. Физические свойства жидкости.
3. Силы, действующие в жидкости.
4. Гидростатическое давление и его свойства.
5. Дифференциальные уравнения жидкости, находящейся в движении и в равновесии (уравнение Эйлера).
6. Основное уравнение гидростатики.
7. Понятие о давлении.
8. Приборы для измерения давлений.
9. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.
10. Аналитические методы исследования движения жидкости (метод Лагранжа и метод Эйлера)
11. Основные определения кинематики. Линия тока, трубка тока, элементарная струйка, элементарный расход.
12. Расход целого потока.
13. Уравнение неразрывности потока.
14. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
15. Интерпретация уравнения Бернулли.

16. Потери напора.
17. Режимы движения жидкости.
18. Число Рейнольдса.
19. Ламинарное равномерное движение в круглых трубах.
20. Турбулентное движение жидкости.
21. Понятие о гладких и шероховатых поверхностях.
22. Формулы для определения коэффициента Дарси  $\lambda$  и коэффициента Шези  $C$ , связь между ними.
23. Истечения жидкости через отверстия и насадки.
24. Истечение жидкостей из больших отверстий.
25. Истечение жидкостей при переменном напоре.
26. Свободные струи жидкости.
27. Уравнение Шези. Его применение в гидравлических расчетах.
28. Гидравлические и геометрические характеристики открытых русел.

### **8.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы входного контроля**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

### **8.2. Текущий контроль успеваемости**

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля может быть использован тестовый контроль. Тест состоит из небольшого количества элементарных вопросов по основным разделам дисциплины: неправильные решения разбираются на следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

## **ВОПРОСЫ и ЗАДАЧИ**

### **для самоподготовки к практическим занятиям**

В процессе подготовки к практическому занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа. Для усвоения материала по теме занятия обучающийся решает задачи.

### **Общий алгоритм самоподготовки**

В процессе подготовки к практическому занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного или письменного ответа.

### **Раздел 1 Каналы.**

- 1) Расчет каналов при равномерном движении воды.
- 2) Метод расходной характеристики и гидравлического показателя русла.
- 3) Расчет кривых свободной поверхности при неравномерном движении в призматических каналах и речных руслах.
- 4) Расчет равномерного движения воды в канале с использованием метода расходной характеристики.
- 5) Метод гидравлического показателя русла.
- 6) Определение нормальной и критической глубины.

#### Задача 1.

Определить критическую глубину в треугольном лотке при  $Q = 0,76 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $m = 1,0 \text{ м}$ .

#### Задача 2.

Определить критическую глубину в трапециевидальном русле при  $Q = 15 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $m = 2,0 \text{ м}$ ;  $b = 5 \text{ м}$ .

#### Задача 3.

Рассчитать кривую свободной поверхности на водоскате быстротока прямоугольного сечения при следующих данных:  $Q = 18,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $b = 6,2 \text{ м}$ ;  $n = 0,014$ ;  $i = 0,08$ . Длина водоската  $100 \text{ м}$ .

#### Задача 4.

Определить различными способами (подбором; построением графика;  $\omega^3/V = f(h)$ , используя таблицу, и график) критическую глубину в русле трапециевидального поперечного сечения, если: расчетный расход  $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ; ширина русла по дну  $b = 1 \text{ м}$ ; коэффициент заложения откосов  $m = 1$ .

#### Задача 5.

При каком расходе в тоннеле круглого поперечного сечения а) радиус сечения  $r = 2 \text{ м}$ ; критическая глубина  $h_k = 1,4 \text{ м}$ .

#### Задача 6.

Определить критический уклон для стандартных труб и лотков: круглого сечения  $r = 2 \text{ м}$ , если расход  $Q = 68 \text{ м}^3/\text{с}$ , а если коэффициент шероховатости ее стенок  $n = 0,013$ .

#### Задача 7.

Построить график удельной энергии сечения и определить состояние потока при следующих условиях: ширина русла по дну  $b = 1 \text{ м}$ ; коэффициент заложения откосов  $m = 1$ ; расчетный расход  $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$ , а глубина потока в рассматриваемом сечении  $h = 0,6 \text{ м}$ .

### Раздел 2. Гидравлика сооружений.

- 1) Определение расхода через водослив.
- 2) Построение водосливной поверхности.
- 3) Определение радиуса сопряжения.
- 4) Расчет шахтного водосброса.
- 5) Расчет гидравлического прыжка.
- 6) Определение сопряженных глубин.
- 7) Расчет кривой отгона гидравлического прыжка.
- 8) Определение потерь напора и длины гидравлического прыжка.
- 9) Расчет водобойных сооружений.
- 10) Гидравлический расчет сопрягающих сооружений.

#### Задача 1.

Определить расход через прямоугольный водослив с тонкой стенкой без бокового сжатия и со свободным доступом воздуха под струю. Дано: ширина водослива  $b = 0,8 \text{ м}$ ;  $p_1 = 0,5 \text{ м}$ ;  $H = 30 \text{ см}$ .

#### Задача 2.

Запроектировать быстроток прямоугольный бетонный шириной  $b = 4,1 \text{ м}$  с уклоном  $i = 0,15$  для пропуска расхода  $Q = 12,4 \text{ м}^3/\text{с}$ . Коэффициент шероховатости  $n = 0,017$ . Ширина канала, подводящего и отводящего равна ширине быстротока,  $m = 2,0$ , глубиной  $h_0 = 1,8 \text{ м}$ . При этом установить характер сопряжения с нижним бьефом, решить вопрос устройства сооружения для гашения энергии потока (в случае необходимости), рассчитать кривую свободной поверхности, вычертить по расчетным данным профиль сооружения и план.

### Задача 3.

Определить ширину прямоугольного водослива  $b$  в тонкой стенке, если известны  $Q=122$  л/с,  $H=0,3$  м;  $P=0,4$  м,  $t=0,2$  м  $b=B$

### Задача 4.

Водосливная плотина практического профиля  $m=0.49$ , имеет пять пролётов ( $n=5$ ) шириной  $v$ . Расчётный напор над гребнем водослива  $H_p=1$  м. Определить расход через водослив при напоре  $H=2,3$  м, если  $(H-Z)=1,3$  м., скорость подхода  $V=0,8$  м/с, высота порога  $P=7$  м, ширина русла в верхнем бьефе  $B=2$  м.,  $\sigma_\phi=1$ .

### Задача 5.

Определить ширину водослива с широким порогом при заданных  $Q=140$  м<sup>3</sup>/с,  $P=5$  м,  $H=3$  м,  $t=6,5$  м, и  $B=25$  м. Входное ребро водослива плавно закругленное,  $\epsilon=0,965$ .

### 8.2.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ самоподготовки по темам к практическим занятиям

- оценка «*зачтено*» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «*не зачтено*» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал в виде реферата на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

## 9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

<b>9.1 Нормативная база проведения</b>	
<b>промежуточной аттестации студентов по результатам изучения дисциплины:</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
<b>9.2. Основные характеристики</b>	
<b>промежуточной аттестации студентов по итогам изучения дисциплины</b>	
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым студентом целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	зачёт
<b>Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса</b>	1) участие студента в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
<b>Основные условия получения студентом зачёта:</b>	1) студент выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование; 3) сдал расчетную работу.
<b>Процедура получения зачёта -</b>	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине (см. – Приложение 9)
<b>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:</b>	

### 9.1 Процедура проведения зачета

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. Формы проведения зачетов (устный опрос по вопросам, расчетно-графическая работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра. Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня. Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю. Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами. Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала. Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки. Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в

зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено». Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился». Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено». Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета. Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе. Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

### **9.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

Результаты зачета определяют оценками «зачтено», «не зачтено» и объявляют в день проведения зачета.

Оценка «зачтено» - знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность принципиального характера в ответе на вопросы).

Оценка «не зачтено»- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы

## **9.2. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины**

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

### **9.2.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины**

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение. Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Тестирование проводится в электронной форме. Тест включает в себя 30 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы разных типов (одиночный и множественный выбор, открытые (ввод ответа с клавиатуры), на упорядочение, соответствие и др.). На тестирование выносятся вопросы из каждого раздела дисциплины.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Тестирование по итогам освоения дисциплины «Гидравлика каналов и сооружений»

Для обучающихся направления подготовки 35.03.11 Гидромелиорация

ФИО \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Уважаемые обучающиеся!

Прежде чем приступить к выполнению заданий внимательно ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите в кружок.
  2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.
  3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.
  4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.
  4. Время на выполнение теста – 30 минут
  5. За каждый верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов. Максимальное количество полученных баллов 30.
- Желаем удачи!

**Вариант № 1**

1. При каком значении параметра кинетичности  $P_k$  устанавливается спокойное состояние потока:
  - а)  $P_k < 1$
  - б)  $P_k > 1$
  - в)  $P_k = 1$
  
2. Какой из перечисленных возможных форм живого сечения потока является абсолютно гидравлически наивыгоднейшим
  - а) Трапецеидальное сечение
  - б) Круговое сегментное сечение
  - в) Параболическое сечение
  - г) Прямоугольное сечение
  
3. Определить расход в трапецеидальном канале с шириной по дну  $b=5$ м, глубиной  $h=2$ м, откос  $m=1,5$ , уклон дна канала  $i=0,0003$ , шероховатость  $n=0,014$ .
  - а)  $Q=25$  м<sup>3</sup>/с
  - б)  $Q=24,20$  м<sup>3</sup>/с
  - в)  $Q=23,9$  м<sup>3</sup>/с
  - г)  $Q=22,55$  м<sup>3</sup>/с

4. Определить уклон дна трапецеидального канала при  $Q=48,13$  м<sup>3</sup>/с,  $h=3$ м,  $b=12$ м,  $m=1,5$ ,  $n=0,025$ .
- а)  $i=0,0003$
  - б)  $i=0,0002$
  - в)  $i=0,00055$
  - г)  $i=0,00015$
5. Определить критическую глубину  $h_k$  для прямоугольного канала шириной  $b=5$ м, который пропускает расход  $Q=17,25$  м<sup>3</sup>/с при  $\alpha=1,1$
- а)  $h_k=0,95$  м
  - б)  $h_k=1,0$  м
  - в)  $h_k=1,10$  м
  - б)  $h_k=1,15$  м
6. Какой вид сопряжения за водосбросной плотиной является наиболее благоприятным:
- а) Отогнанный гидравлический прыжок
  - б) Гидравлический прыжок находится в предельном положении (у подножия плотины)
  - в) Затопленный гидравлический прыжок
7. Какой из перечисленных водосливов используют качестве водомерного устройства в открытом потоке
- а) Водослив с широким порогом
  - б) Водослив практического профиля с криволинейным очертанием
  - в) Водослив практического профиля с полигональным очертанием
  - г) Водослив с тонкой стенкой с различным вырезом
8. Через какую глубину совершается гидравлический прыжок?
- а) Из спокойного состояния в бурное через критическую глубину
  - б) Из бурного состояния в спокойное через критическую глубину
  - в) Из бурного состояния через первую сопряженную глубину
9. Какая глубина устанавливается в потоке перед гидравлическим прыжком
- а) Сжатая глубина  $h_c$
  - б) Первая сопряженная глубина  $h_1$
  - в) вторая сопряженная глубина  $h_{11}$
  - г) Нормальная глубина за прыжком  $h_0$
10. Формулы для определения нормальной глубины  $h_0$  в канале имеет вид:
- а)  $Q = \omega_0 c_0 \sqrt{R_0 i}$

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_k^3}{B_K}$$

б)

$$в) Q = mb\sqrt{2g} \cdot h_0^{3/2}$$

11. Прямоугольный водослив с открытым ребром без бокового сжатия имеет ширину  $b=0,8$  м,  $P=0,4$  м,  $H=0,25$  м, глубина воды за водосливом  $h_0=0,35$  м, расходный коэффициент  $m=0,45$ .

а)  $Q=150$  л/с

б)  $Q=175$  л/с

в)  $Q=200$  л/с

г)  $Q=220$  л/с

12. Перечислите типы сопрягающих сооружений

а) Консольные перепады

б) Перепады (одноступенчатые, многоступенчатые)

в) Быстротоки

г) Водосливные сооружения

13. Перечислите типы пассивных гасителей

а) Водобойные колодцы

б) Водобойные стенки

в) Комбинированные водобойные колодцы

г) Разрезные стенки

д) Рассекатели и шашки

14. При условии отсутствия кривых спада или подпора речь идет о ... движении жидкости в открытом потоке.

а) неравномерном

б) равномерном

в) ламинарном режиме

г) турбулентном режиме

15. При какой глубине  $h$  устанавливается спокойное состояние потока

а)  $h > h_k$

б)  $h < h_k$

в)  $h = h_k$

16. Формула для определения расхода через водослив имеет вид:

а)  $Q = m\omega\sqrt{2g} \cdot H^{2/3}$

б)  $Q = \mu\omega\sqrt{2gH_0}$

в)  $Q = m\omega\sqrt{2g} \cdot H_1^{3/2} - H_2^{3/2}$

г)  $Q = v\omega$

17. При установившемся движении скорость частицы жидкости зависит ...
- а) от ординаты  $X$  и времени
  - б) от времени и координат
  - в) только от времени
  - г) только от координат
18. При неустановившемся движении скорость частицы жидкости зависит ...
- а) от ординаты  $X$  и времени
  - б) от времени и координат
  - в) только от времени
  - г) только от координат
19. Средняя глубина живого сечения потока определяется по зависимости ..., где  $w$  - площадь живого сечения потока,  $m^2$ ;  $B$  - ширина живого сечения русла по верху,  $m$
- а)  $h_{cp} = B/\omega$
  - б)  $h_{cp} = (B + \omega)/\omega$
  - в)  $h_{cp} = \omega/B$
  - г)  $h_{cp} = 2\omega/B$
20. Расход для параболического водослива с тонкой стенкой определяют по формуле ..., где  $M = 2,768\sqrt{p_n}$ ,  $p_n$  - параметр параболы,  $m$ ;  $H$  - геометрический напор,  $m$ .
- а)  $Q = MH^4$
  - б)  $Q = MH^2$
  - в)  $Q = 2MH^2$
  - г)  $Q = MH^2$
21. Расход для трапецеидального водослива с тонкой стенкой (неподтопленный водослив в виде равнобедренной трапеции с углом  $14$  градусов) определяют по формуле ...
- а) Томсона
  - б) Шези
  - в) Чиполетти
  - г) Дарси
22. Для выявления состояния потока (бурное, спокойное или критическое) сопоставляем фактические значения ... глубины потока и наибольшей глубиной потока.
- а) нормальной
  - б) сопряженной
  - в) критической
  - г) максимальной
23. Гидравлически наивыгоднейшим сечением канала называется такое, при котором при заданной площади живого сечения пропускная способность канала будет наибольшей, при этом коэффициент шероховатости и уклон дна заданы и ...
- а) уменьшаются от сечения к сечению
  - б) увеличиваются от сечения к сечению
  - в) неизменны
  - г) являются переменными величинами
24. При бурном состоянии потока по параметру кинетичности выполняется условие ...
- а)  $Пк < 1$
  - б)  $Пк > 1$
  - в)  $Пк = 1$
  - г)  $Пк \ll 1$

25. В формуле  $R = \omega/\chi$  для определения гидравлического радиуса канала величина  $\chi$  обозначает ...
- коэффициент кинематичности
  - смоченный периметр
  - площадь поперечного сечения
  - ширину канала по дну
26. Уравнение подтопленного водослива любого профиля определяется как ..., где  $Q$  - расход, проходящий через водослив, м<sup>3</sup>/с;  $m$  - коэффициент расхода водослива;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H_0$  - полный напор на водосливе или напор на водосливе с учетом скорости подхода, м;  $b$  - ширина отверстия водослива, м;  $\sigma_n$  - коэффициент подтопления водослива.
- $Q = \sigma_n m b \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$
  - $Q = \sigma_n m b \sqrt{2g}$
  - $Q = \sigma_n b \sqrt{g} H_0^{\frac{3}{2}}$
  - $Q = m b^{\frac{7}{2}} \sqrt{2g} \sigma_n H_0$
27. Для достижения сжатия потока по высоте высота выступа водослива со стороны верхнего бьефа должна быть ...
- $P_1 \gg 20$
  - $P_1 < 0,02$
  - $P_1 > 0$
  - $P_1 = 0$
28. Уравнение неподтопленного водослива любого профиля определяется как ..., где  $Q$  - расход, проходящий через водослив, м<sup>3</sup>/с;  $m$  - коэффициент расхода водослива;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H_0$  - полный напор на водосливе или напор на водосливе с учетом скорости подхода, м;  $b$  - ширина отверстия водослива, м.
- $Q = m b \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$
  - $Q = m \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$
  - $Q = m b \sqrt{g} H_0^{\frac{3}{2}}$
  - $Q = b \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$
29. Несовершенный или волнистый гидравлический прыжок наблюдается с образованием ряда последовательных постепенно затухающих волн при отношении глубин, если ... Где  $h''$  - вторая сопряженная глубина, м;  $h'$  - первая сопряженная глубина, м.
- $\frac{h''}{h'} < 2$
  - $\frac{h''}{h'} > 2$
  - $\frac{h''}{h'} = 2$
  - $\frac{h''}{h'} \gg 10$
30. Равномерное движение жидкости характеризуется следующим признаком: местные сопротивления ...

- а) увеличивается по длине участка
- б) в сечении увеличивается по глубине
- в) уменьшается по длине потока
- г) отсутствуют

### 9.2.2. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

### 9.3 Перечень примерных вопросов к зачету

1. Как классифицируются водосливы по форме профиля и очертанию в плане?
2. Как учитывается боковое сжатие при расчете водосливов?
3. Какой напор называется проектным или профилирующим и как определить коэффициент расхода  $m$ , если напор отличается от проектного?
4. Напишите формулы расхода через водосливы с острым ребром прямоугольной, трапецидальной и треугольной формы.
5. Где на практике применяются водосливы водомеры.
6. Как учитывается при определении расхода боковое сжатие в прямоугольных водосливах с острым ребром?
7. При каких условиях прямоугольный водослив с острым ребром будет подтоплен, как учитывается
8. подтопление водослива?
9. Каково назначение мерного водослива Томсона?
10. Какие возможны формы сопряжения при переходе бурного потока в спокойный в нижнем бьефе гидротехнических сооружений?
11. Напишите условия отогнанного прыжка, предельной формы сопряжения и надвинутого прыжка?
12. Как определяется глубина в сжатом сечении и сопряженная с ней глубина?
13. Как определяется длина отгона прыжка при отсутствии гасителей?
14. Если в призматическом трапецидальном русле (канале) движение установившееся неравномерное, то какие из характеристик  $Q$ ,  $v$ ,  $i$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $h$ ,  $b$ ,  $V$ ,  $R$ ,  $P_k$ ,  $h_k$  указанных в общепринятых обозначениях будут изменяться по длине потока и какие останутся постоянными?
15. Выпишите уравнение, посредством которого производится анализ кривых свободной поверхности, объясните значение каждого члена уравнения и выполните самостоятельно (предварительно разобрав в учебнике) анализ в зонах  $a$ ,  $b$ ,  $c$  при условии  $i_k > 0$  (т. е. заданный уклон  $i$  меньше критического уклона и больше нуля).
16. К каким глубинам стремятся глубины кривых на границах в этих зонах?
17. Какая форма свободной поверхности потока будет при  $i > 0$  и  $i = 0$ , если в начальном сечении потока находится в бурном состоянии (например, при истечении из-под затвора)?
18. Какие значения глубин следует практически принимать за начальное (в начале кривой) при вычислении длины кривой подпора и кривой спада в спокойном потоке?
19. Как определяется гидравлический показатель русла  $x$ , применяемый в способе Бахметева.
20. При каких условиях движение в открытом русле считается равномерным?
21. Как с помощью уравнения Шези определить в трапецидальном канале нормальную глубину при заданных  $Q$ ,  $i$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $b$  или ширину по дну  $b$  при заданных  $Q$ ,  $i$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $h$ ?
22. От каких факторов зависит допускаемая скорость на размыв?
23. Каким способом можно выполнить расчет размеров канала ( $b$  и  $h$ ) с минимальной затратой времени? Убедитесь в этом практически?
24. Как взаимосвязаны параметр кинетичности  $P_k$ , средняя скорость  $v$  и средняя глубина  $h_{cp}$ ?
25. Как взаимосвязаны критическая глубина  $h_k$  и критический уклон  $i_k$ ?
26. При выполнении каких условий поток будет находиться в спокойном, в бурном или в критическом состоянии?
27. Какая форма свободной поверхности потока будет при  $i > 0$  и  $i = 0$ , если в начальном сечении потока находится в бурном состоянии (например, при истечении из-под затвора)?
28. Какие значения глубин следует практически принимать за начальное (в начале кривой) при вычислении длины кривой подпора и кривой спада в спокойном потоке?
29. Напишите формулы расхода через водосливы с острым ребром прямоугольной, трапецидальной и треугольной формы.
30. Где на практике применяются водосливы водомеры.
31. При каких условиях прямоугольный водослив с острым ребром будет подтоплен, как учитывается подтопление водослива?
32. Как классифицируются водосливы по форме профиля и очертанию в плане?

33. Где в практике устанавливаются водосливы с тонкой стенкой, с широким порогом, практического профиля?
34. Как учитывается боковое сжатие при расчете водосливов?
35. Какой напор называется проектным или профилирующим и как определить коэффициент расхода  $m$ , если напор отличается от проектного?
36. Что такое гидравлический прыжок, какова его структура (зоны и распределения скоростей) и какие различаются виды гидравлического прыжка?
37. Что называется длиной гидравлического прыжка и по каким формулам она рассчитывается?
38. Как определить потери энергии в прыжке?
39. Объясните почему переход потока из бурного состояния в спокойное невозможен без прыжка?
40. Какие возможны формы сопряжения при переходе бурного потока в спокойный в нижнем бьефе гидротехнических сооружений?
41. Напишите условия отогнанного прыжка, предельной формы сопряжения и надвинутого прыжка?
42. Как определяется глубина в сжатом сечении и сопряженная с ней глубина?
43. Пояснить назначение перепадов и быстротоков.
44. Для чего нужна водобойная стенка на ступени перепада и как определяется ее высота?
45. Из каких частей складывается длина ступени колодезного перепада и как она вычисляется?

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

**Выставление оценки осуществляется с учетом описания показателей, критериев и шкал оценивания компетенций по дисциплине, представленных в таблице 1.2**

#### **10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине**

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в электронной информационно-образовательной среде университета.

<b>ПЕРЕЧЕНЬ</b> <b>литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины</b> <b>Б1.В.ДВ.01.01 Гидравлика каналов и сооружений</b>	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие для вузов / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-7345-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/158956">https://e.lanbook.com/book/158956</a> . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Крестин, Е. А. Решебник по гидравлике : учебное пособие для вузов / Е. А. Крестин. — 2-е изд. испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-8751-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/200246">https://e.lanbook.com/book/200246</a> . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Миркина, Е. Н. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение : учебное пособие / Е. Н. Миркина, М. П. Горбачева. — Саратов : Саратовский ГАУ, 2019. — 134 с. — ISBN 978-5-9999-3152-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/137503">https://e.lanbook.com/book/137503</a> . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Моргунов, К. П. Гидравлика : учебник / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1735-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211682">https://e.lanbook.com/book/211682</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Сазанов, И. И. Гидравлика : учебник / И. И. Сазанов, А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-906818-77-5. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1841090">https://znanium.com/catalog/product/1841090</a> . - Режим доступа: по подписке.	<a href="https://new.znanium.com">https://new.znanium.com</a>
Ткачев, П. С. Гидравлика : учебное пособие / П. С. Ткачев, Д. А. Чернов, А. С. Басакина. — Омск : Омский ГАУ, 2014. — 80 с. — ISBN 978-5-89764-453-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/64874">https://e.lanbook.com/book/64874</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Штеренлихт Д. В. Гидравлика : учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт. – 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : КолосС, 2004. - 656 с. - ISBN 978-5-9916-2388-9 – Текст : непосредственный	НСХБ
Водные ресурсы. – Москва : Академкнига, 1972. – . – Выходит 6 раз в год. – ISSN 0321-0596. – Текст : непосредственный.	НСХБ
Экология. – Екатеринбург : Объединенная редакция, 1970. – . – Выходит 6 раз в год. – ISSN 0367-0597. – Текст : электронный. – URL: <a href="https://lib.rucont.ru/efd/495822/info">https://lib.rucont.ru/efd/495822/info</a> .	РУКОНТ (2016-2018, 2024, 2025)

Форма титульного листа расчетно-графической работы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Факультет агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования

Кафедра природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов

Направление 35.03.11 Гидромелиорация.

Направленность (профиль) - Строительство и эксплуатация гидромелиоративных систем с дополнительной квалификацией «Экономист предприятия»

Расчетно-графическая работа  
по дисциплине «Гидравлика каналов и сооружений»

на тему: \_\_\_\_\_

Выполнил(а): ст. \_\_\_\_ группы

ФИО \_\_\_\_\_

Проверил(а): уч. *степень, должность*

ФИО \_\_\_\_\_

Омск – \_\_\_\_\_ г.