

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юриевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 02.07.2025 13:26:44

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 20.03.02 – Природообустройство и водопользование

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по освоению учебной дисциплины

Б1.О.19 Гидравлика

**Направленность (профиль) - Управление водными ресурсами и водопользование
с дополнительной квалификацией «Экономист предприятия»**

Внутренние эк Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра -

Природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов

Разработчик,
Ст. преп.

П. С. Ткачев

СОДЕРЖАНИЕ

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	8
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	17
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	17
2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе	18
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося	19
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	19
3.2. Условия допуска к экзамену (при наличии)	19
4. Лекционные занятия	20
5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним	22
6. Лабораторный практикум.	23
6.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	24
7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	24
7.1. Раздел 1 Гидростатика	25
7.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	26
Раздел 2. Гидродинамика	27
7.2.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	29
7.3. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	30
7.3.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	35
7.4. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	35
7.4.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	36
8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы	36
8.1 Вопросы для входного контроля	36
8.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	37
8.2. Текущий контроль успеваемости	37
8.2.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	39
9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу	41
9.1 Процедура проведения экзамена	41
9.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	42
9.2. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины	42
9.2.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	42
9.2.2. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	48

9.3 Перечень примерных вопросов к экзамену.....	48
9.3.3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	50
10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине	50
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	52

ВЕДЕНИЕ

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 является формирование, необходимой начальной базы, знаний о законах равновесия и движения жидкостей, приобретение навыков использования основных уравнений гидравлики для расчета течений, выработка умений экспериментального исследования и анализа при решении практических задач, необходимых для бакалавра, обучающегося по направлению Природообустройство и водопользование.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь целостное представление о законах равновесия и движения жидкостей, приобретение обучающимися навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах;

владеть:

- методами решения прямой и обратной задачи гидравлики, методикой расчета сил давления на стенки сосудов, методикой применения уравнения Бернулли, методикой расчета трубопроводов для жидкости;
- методами определения соответствия и опытом применения требований технических стандартов;

навыками решения прикладных задач гидромеханики.

знать: - основные понятия и определения гидростатики, гидродинамики;

- закон распределения давления в жидкости и приборы для измерения давления;
- основные законы движения идеальных и вязких жидкостей;
- законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах;
- законы истечения жидкостей через отверстия и насадки;
- изменение давления при гидравлическом ударе в трубах.

уметь: выполнять гидродинамические расчеты, применяемые при проектировании и анализе разработки мероприятий при природообустройстве и водопользовании;

решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания;

выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, и технологических процессов.

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

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина	Код и наименование индикатора достижений	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)
---	--	--

код	наименование	компетенции	знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-1	Способен участвовать в осуществлении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования;	ИД-1 _{ОПК-1,2} использует справочную и нормативно-техническую документацию с целью анализа современных проектных решений в области природообустройства и водопользования	Знает методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования гидравлических систем, порядок разработки и применения графической, технической документации	Умеет систематизировать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем объектов природообустройства, выбирать типовые и разрабатывать новые технические решения гидравлических систем и сооружений согласно современным нормам	Владеет навыками решения инженерных задач с использованием основных законов гидравлики, оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации
Профессиональные компетенции					
ПК-1	Способен к организации работ по эксплуатации систем природообустройства	ИД-1 _{ПК-1,2} Реализует мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов на мелиоративных системах	Знает основные понятия и законы равновесия и движения жидкостей, методы сбора и анализа исходных данных для оценки и организации работ по эксплуатации, прогнозировать причины отказов гидравлических систем под воздействием различных эксплуатационных факторов	Умеет проводить наблюдения, систематизировать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем на открытых руслах и каналах, выбирать типовые и разрабатывать новые технические решения гидравлических систем и сооружений согласно современным нормам	Имеет навык выбора типовых решений и разрабатывать новые технические решения, необходимые для нормальной эксплуатации гидравлических систем и сооружений согласно современным нормам при организации работ по эксплуатации систем природообустройства на открытых каналах, гидротехнических сооружений, водоводах, насосных станций, водозаборах
ПК-4	Способен к руководству структурным подразделением, осуществляющим эксплуатацию систем и сооружений водопользования	ИД-2 _{ПК-4,2} принимает профессиональные решения при эксплуатации систем водоснабжения, обводнения и водоот-	Знать основные параметры, необходимые для осуществления эксплуатации систем и сооружений водопользования, способы	Уметь применять способы расчета технических параметров инженерных сооружений их конструктивных элементов для организации эксплуатации	Владеть различными способами гидравлического расчета, различных инженерных сооружений и труб, требуемых для организации процесса эксплуатации систем и сооружений водо-

		ведения	расчета потоков в трубопроводах и открытых руслах, способы гидравлического обоснования размеров основных сооружений на открытых потоках	систем и сооружений водопользования	пользования
--	--	---------	---	-------------------------------------	-------------

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				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	
Критерии оценивания								

ОПК-1- Способен участвовать в осуществлении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и	ИД-1 _{опк-1,2} использует справочную и нормативно-техническую документацию с целью анализа современных проектных решений в области природообустройства и во-	Полнота знаний	Знает методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования гидравлических систем, порядок разработки и применения графической, технической документации	Не знает терминологию, формулировки и приборы для измерения гидравлических параметров. Не владеет навыками использования приборов для исследования гидравлических параметров при решении прикладных исследовательских задач в гидравлике	Имеет представление только об основных приборах, но не усвоил деталей их работы, испытывает затруднения при практических измерениях. Поверхностно ориентируется в основных гидравлических понятиях и определениях, формулы записывает, но не поясняет параметры.	Знает терминологию, формулировки и приборы для измерения гидравлических параметров, но допускает небольшие неточности и ошибки в измерениях. Свободно ориентируется в теоретических вопросах и определениях, записывает и поясняет расчетные формулы дисциплины гидравлика. Забывает отдельные элементы, вспоминает с наводящим вопросом.	В совершенстве владеет терминологией, формулировками и приборами для измерения гидравлических параметров, Записывает расчетные уравнения и формулы, поясняет без ошибок, знает физическую сущность гидравлических уравнений.	Выполнение расчетной работы, контрольной работы, тестирование, экзамен
--	--	----------------	--	--	--	---	--	--

рекон- струкции объектов природо- обустрой- ства	допользо- вания	Наличие уме- ний	Умеет систе- матизировать и анализиро- вать исход- ные данные для расчета и проектиро- вания гид- равлических систем объ- ектов приро- дообустрой- ства, выби- рать типовые и разрабаты- вать новые технические решения гид- равлических систем и со- оружений согласно со- временным нормам	Не умеет системати- зировать и анализи- ровать исходные данные, работать с техническими сред- ствами измерений и результатами изме- рений при гидравли- ческих расчетах и выборе технических решений вопросов гидравлических си- стем	Умеет находить, систематизиро- вать и анализиро- вать исходные данные для рас- чета и проектиро- вания гидравли- ческих систем объектов и вы- полнять измере- ния гидравличе- ских параметров, но путается и не уверен в правиль- ности ответов.	Умеет системати- зировать и анали- зировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических си- стем объектов, находить и обосно- вывать причинно- следственные связи между событиями при выборе техни- ческих решений, но допускает незначи- тельные ошибки.	В совершенстве умеет систематизи- ровать и анализи- ровать исходные данные, выполнять и , обосновывать и прогнозировать гидравлические расчеты для реше- ния возникающих задач при эксплуа- тации гидравличе- ских систем и со- оружений.	
---	--------------------	---------------------	---	---	--	---	--	--

		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками решения инженерных задач с использованием основных законов гидравлики, оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации	Не знает значительной части материала по дисциплине гидравлики, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи	Владеет знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач, не умеет анализировать результаты задач.	Знает программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагает его. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, умеет анализировать результаты задач, владеет определенными навыками и приемами их выполнения, но допускает незначительные неточности при обработке данных.	Свободно справляется с гидравлическим расчетом, правильно и рационально выполняет расчет с использованием физических и математических зависимостей, анализирует результаты расчет и обосновывает принятые решения, составляет расчетную схему.	
--	--	--	---	--	---	---	--	--

ПК-1- Способен к организации работ по эксплуатации систем при родообустройства	ИД-1 _{ПК-1,2} Реализует мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов на мелиоративных системах	Полнота знаний	Знает основные понятия и законы равновесия и движения жидкостей, методы сбора и анализа исходных данных для оценки и организации работ по эксплуатации, прогнозировать причины отказов гидравлических систем под воздействием различных эксплуатационных факторов	Не знает основных понятий и законов гидравлики, не анализирует исходные данные для решения задач для гидравлических систем; не решает простых задач .Имеют место грубые ошибки	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины гидравлика, анализирует и применяет основные параметры при решении задач по эксплуатации гидравлических систем, но допускает значительное количество грубых ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы по теме.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины гидравлика; допускает несколько негрубых/ несущественных ошибок. анализирует и применяет основные параметры при решении задач по эксплуатации гидравлических систем; отвечает на дополнительные вопросы по теме ошибается, но с наводящим вопросом устраняет ошибку.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины гидравлика; не допускает ошибок при анализе и решении задач, применяет основные параметры при решении задач по эксплуатации гидравлических систем; свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, используя примеры.	Выполнение расчетной работы, контрольной работы, тестирование, экзамен
---	--	----------------	---	--	--	---	--	--

		Наличие умений	Умеет проводить наблюдения, систематизировать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем на открытых руслах и каналах, выбирать типовые и разрабатывать новые технические решения гидравлических систем и сооружений согласно современным нормам	Не умеет решать простые задачи или решает их с грубыми ошибками; проводить наблюдения, систематизировать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем на открытых руслах и каналах; не может сформулировать программный материал, выбирать типовые и разрабатывать новые технические решения гидравлических систем и сооружений.	умеет решать простые задачи, но при этом допускает неточности; использует недостаточно правильные формулировки, допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала; проводит наблюдения, но не умеет и анализировать исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем на открытых руслах и каналах	умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, допуская несущественные неточности в их решении; использует правильные формулировки; проводит наблюдения, и анализирует исходные данные для расчета и проектирования гидравлических систем на открытых руслах и каналах	умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков по дисциплине гидравлика, грамотно и точно выстраивает логические цепочки при формировании мероприятий по использованию водных ресурсов	
--	--	----------------	--	--	--	---	--	--

		Наличие навыков (владение опытом)	Имеет навык выбора типовых решений и разрабатывать новые технические решения, необходимые для нормальной эксплуатации гидравлических систем и сооружений согласно современным нормам при организации работ по эксплуатации систем природообустройства на открытых каналах, гидротехнических сооружений, водоводах, насосных станций, водозаборах	Обучающийся не владеет навыками описания основных законов гидравлики, которые используются при разработке мер по повышению эффективности использования оборудования	Обучающийся слабо владеет навыками описания основных законов гидравлики, которые используются при разработке мер по повышению эффективности использования оборудования, разработке мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов	Обучающийся с небольшими затруднениями описывает основные законы гидравлики, которые используются при разработке мер по повышению эффективности использования оборудования систем и сооружений согласно современным нормам при организации работ по эксплуатации систем природообустройства	Обучающийся свободно владеет навыками описания основных законов гидравлики при осуществлении контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации систем и сооружений согласно современным нормам при организации работ по эксплуатации систем природообустройства	
--	--	-----------------------------------	--	---	---	---	---	--

ПК-4- Способен к руководству структурным подразделением, осуществляющим эксплуатацию систем и сооружений водопользования	ИД-2 _{ПК-4,2} принимает профессиональные решения при эксплуатации систем водоснабжения, обводнения и водоотведения	Полнота знаний	Знать основные параметры, необходимые для осуществления эксплуатации систем и сооружений водопользования, способы расчета потоков в трубопроводах и открытых руслах, способы гидравлического обоснования размеров основных сооружений на открытых потоках	Обучающийся не знает основные законы гидравлики, используемые при эксплуатации объектов, систем и сооружений водопользования, которые используются для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся слабо знает основные законы гидравлики, используемые при эксплуатации объектов, систем и сооружений водопользования, которые используются для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными проблемами формулирует основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов и которые используются для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов и которые используются для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Выполнение расчетной работы, контрольной работы, тестирование, экзамен
---	---	----------------	---	---	--	---	--	--

		Наличие умений	Уметь применять способы расчета технических параметров инженерных сооружений их конструктивных элементов для организации эксплуатации систем и сооружений водопользования	Обучающийся не умеет использовать основные законы гидравлики для решения инженерных задач в профессиональной деятельности при эксплуатации систем и сооружений водопользования	Обучающийся слабо умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и не использует их для решения инженерных задач, допускает грубые ошибки, которые исправляет при указании на них	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач, допускает небольшие неточности при принятии решений	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач при эксплуатации систем и сооружений водопользования	Выполнение расчетной работы, контрольной работы, тестирование, экзамен
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеть различными способами гидравлического расчета различных инженерных сооружений и оборудования, требуемых для организации процесса эксплуатации систем и сооружений водопользования	Обучающийся не владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся владеет слабыми навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач, но допускает грубые ошибки.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач, допускает неточности	Обучающийся свободно владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач при руководстве подразделением, осуществляющим эксплуатацию систем и сооружений водопользования	Выполнение расчетной работы, контрольной работы, тестирование, экзамен
И т.д.								

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

2.1. Организационная структура, трудоемкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы		Трудоемкость, 144 час			
		Семестр3, 3курс*			
		очная форма		заочная форма	
		№ 3сем.	№ сем.	№ 2курса	№ 3курса
1. Контактная работа		72		4	12
1.1. Аудиторные занятия, всего		72		4	12
- лекции		26		2	4
- практические занятия (включая семинары)		20		2	4
- лабораторные работы		26			4
1.2. Консультации (в соответствии с учебным планом)		-			
2. Внеаудиторная академическая работа		36		32	87
2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:		36			87
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**					
- расчетная работа		10			-
- контрольная работа		-			40
2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы		10		32	20
2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям		6			10
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):		6			7
3. Подготовка и сдача экзамена по итогам освоения дисциплины		36			9
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:	Часы	144		36	108
	Зачетные единицы	4			
Примечание: * – семестр – для очной и очно-заочной формы обучения, курс – 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 распределе- ние по видам учебной работы, час.					ВАРС		Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел
			Контактная работа								
			Аудиторная работа			Консультации (в соответствии с учебным планом)					
			всего	лекции	занятия практические (всех форм) лабораторные						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная форма обучения											
1	Гидростатика	32	16	6	6	4	-	16	10	РГР, Элек- тронное тести- рование	ОПК- 1, ПК-1, ПК-4
	1.1 Свойства жидкостей										
	1.2 Гидростатика										
	1.3 Сила давления жидкости на произвольно ориентированную по- верхность										
2	Гидродинамика	76	56	20	20	16	-	20	10	РГР, Элек- тронное тести- рование	ОПК- 1, ПК-1, ПК-4
	2.1 Классификация гидравлических потерь. Режимы течения жидко- сти										
	2.2 Гидравлический расчет тру- бопроводов										
	2.3 Истечение жидкости через отверстия и насадки										
	2.4 Водосливы										
	2.5 Основы теории гидродинамиче- ского подобия										
	Промежуточная аттестация	36	×	×	×	×		×	×	Экза- мен	
Итого по дисциплине		144									
Заочная форма обучения											
1	Гидростатика	36	4	2	2			32		РГР, Элек- тронное тести-	ОПК- 1, ПК-1, ПК-4
	1.1 Свойства жидкостей										
	1.2 Гидростатика										

	1.3 Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность									рование	
2	<i>Гидродинамика</i>	99	12	4	4	4		87	40	РГР, Электронное тестирование	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
	2.1 Классификация гидравлических потерь. Режимы течения жидкости										
	2.2 Гидравлический расчет трубопроводов										
	2.3 Истечение жидкости через отверстия и насадки										
	2.4 Установившееся движение жидкости в открытых руслах, равномерное и неравномерное движение жидкости в призматических руслах										
	2.5 Водосливы										
	Промежуточная аттестация	9	×	×	×	×		×	×	Экзамен	
Итого по дисциплине		144									

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 занятий, 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.

3.2. Условия допуска к экзамену (при наличии)

Экзамен является формой контроля, который выставляется обучающемуся согласно «Положения о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего

профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.2-3 требования к учебной работе, прошедший все виды тестирования, выполнения расчетно-графической работы с положительной оценкой. В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

4. Лекционные занятия

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

Таблица 3 - Лекционный курс.

№		Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
раздела	лекции		очная форма	заочная форма	
1	2	3	4	5	6
1	1	Тема: Гидростатика	6	2	Электронная презентация
		1. Тема: Физические свойства жидкости. Предмет гидравлики. Основные понятия: капельная жидкость, плотность, удельный вес, коэффициент кинематической вязкости, коэффициент динамической вязкости, силы трения, коэффициент объемного сжатия, коэффициент температурного расширения. Силы, действующие в покое и движущейся жидкости. Понятие об "идеальной жидкости".	2	2	
		2.Тема: Основные законы гидростатики. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Формула определения давления в точке. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления.	4		
2	2	Тема: Гидродинамика	20	4	Электронная презентация
		1. Тема: Виды движения, основные гидравлические параметры потока. Способы описания жидкости. Классификация видов движения жидкости. Неустановившееся и установившееся движение жидкости. Линия тока. Трубка тока и элементарная струйка. Поток жидкости. Живое сечение. Средняя скорость. Расход. Гидравлический радиус. Уравнение неразрывности при установившемся движении.	2	2	

		2. Тема: Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и его интерпретации. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Потери напора и формулы для их определения. Основное уравнение равномерного движения. Коэффициент Шези и формулы для его определения.	2		Электронная презентация
		3. Тема: Режимы движения жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Число Рейнольдса и его критическое значение. Потери напора при ламинарном и турбулентном режимах движения. Гидравлически гладкие и шероховатые стенки. Коэффициент Дарси при ламинарном и турбулентном режимах движения.	4		Электронная презентация
		4. Тема: Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при постоянном напоре. Виды сжатия струи. Виды насадок. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке. Коэффициент расхода системы. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при переменном напоре.	4		Электронная презентация
		5. Тема: Гидравлические расчеты напорных трубопроводов. Понятие о коротких и длинных трубопроводах, простых и сложных. Расчет гидравлически длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединениях труб. Расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине. Гидравлический удар в трубах. Формула Н.Е. Жуковского. Описание явления гидравлического удара. Расчетные зависимости для величины гидравлического удара и скорости его распространения. Прямой и отраженный, полный и неполный гидравлические удары. Способы снижения ударного явления.	6	2	Электронная презентация
		Тема: Водосливы			
3		6. Тема: Установившееся движение жидкости в открытых руслах, равномерное и неравномерное движение жидкости в призматических руслах. Удельная энергия сечения, ее график, критическая глубина, критический уклон. Спокойное, бурное и критическое состояние потока. Параметр кинетичности. Дифференциальное уравнение установившегося плавно изменяющегося движения в открытом русле и его интегрирование. Равномерное движение в водотоках и его параметры. Определение размеров живого сечения канала при различных исходных данных. Проверка канала на размыв и заиление.	2		Электронная презентация

		7. Тема: Истечение через водосливы. Классификация водосливов и области их применения. Общее уравнение водосливов. Учет бокового сжатия на водосливах. Условия подтопления водосливов и его учет. Расчет сооружений, работающих по типу водослива с тонкой стенкой, водослива практического профиля, водослива с широким порогом.	2		Электронная презентация
		и т.д.	26	6	
Общая трудоемкость лекционного курса					х
Всего лекций по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.
- очная форма обучения		26	- очная/очно-заочная форма обучения		
- заочная форма обучения		6	- заочная форма обучения		
Примечания: - материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6; - обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.					

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.		Используе- мые интер- активные формы	Связь за- нятия с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Практическое занятие Гидростатика	4	2		
		Практическая работа Изучение физиче- ских свойств жидкостей	2	2		ОСП
	2	Практическое занятие Построение эпюр гидростатического давления	2			ОСП
	3	Практическое занятие Определение силы гидростатического давления на плоскую поверхность				ПР СРС
	4	Практическое занятие Определение силы гидростатического давления на криволинейную поверхность				ПР СРС
2	5	Практическое занятие Гидродинамика	16	4		
		Практическое занятие Расчет расхода жидкости и скорости истечения, пло- щадь живого сечения, смоченный пери- метр и гидравлический радиус.	2	2		ОСП
		Практическое занятие Определение коэффициента сопротивления и потери напора	2			ОСП
		Практическое занятие Определение режимов движения жидкостей				ОСП

		Практическое занятие Расчет короткого трубопровода	2	2		ПР СРС
		Практическая работа Расчет простого трубопровода	2			ПР СРС
		Практическое занятие Расчет сложного трубопровода	2			ПР СРС
	6	Практическое занятие Определение параметров гидравлического удара	2			ПР СРС
		Практическое занятие Определение размеров живого сечения канала при различных исходных данных	2			ПР СРС
		Практическое занятие Расчет сооружений, работающих по типу водослива с тонкой стенкой, водослива практического профиля, водослива с широким порогом	2			ПР СРС
Всего практических занятий по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.	
- очная форма обучения		20	- очная/очно-заочная форма обучения			
- заочная форма обучения		6	- заочная форма обучения			
* Условные обозначения: ОСП – предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; УЗ СРС – на занятии выдается задание на конкретную ВАРС; ПР СРС – занятие содержательно базируется на результатах выполнения обучающимся конкретной ВАРС.						
Примечания: - 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

№			Трудоемкость ЛР, час		Связь с ВАРС		Применяемые интерактивные формы обучения*
раздела	ЛЗ*	ЛР*	очная / очно-заочная форма	заочная форма	предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчета о ЛР во внеаудиторное время +/-	
			Тема лабораторной работы				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1		Тема: Приборы для измерения давления, скорости расхода жидкости	2		+	+	Лабораторное занятие проводится в традиционной форме на лабораторном стенде	
		1	Тема: Определение силы гидростатического давления на плоские поверхности	2		+	+		
2		2	Тема: Исследование режима движения жидкости	2	2	+	+		
		3	Тарирование водомера Вентури	2		+	+		
		4	Тема: Определение путевых сопротивлений по длине	2	2	+	+		
		5	Тема: Определение местных потерь напора	2		+	+		
		6	Тема: Истечение из отверстий при постоянном напоре.	2		+	+		
		7	Тема: Истечение из насадок при постоянном напоре.	2		+	+		
		8	Тема: Определение времени опорожнения резервуара при переменном напоре жидкости	2		+	+		
		9	Тема: Измерение расхода жидкости	2		+	+		
		10	Тема: Водослив с широким порогом	2		+	+		
		11	Тема: Водослив практического профиля с криволинейным очертанием сливной поверхности	2		+	+		
12	Тема: Водосливы-водомеры	2		+	+				
Итого ЛР			Общая трудоемкость ЛР	26	4	х			
Примечания: - материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6; - обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.									

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 Гидростатика

Краткое содержание

Изучение раздела следует начать с вопроса о предмете “Гидравлика” и значении гидравлики при решении инженерных задач в различных областях природообустройства и водопользования.

Целью изучения настоящего раздела является установление взаимосвязи и влияния основных физических свойств жидкости на характеристики гидравлических процессов в трубах, каналах, гидросооружениях и т. д. При изучении физических свойств жидкости следует понять, в чём заключается особенность применения методов механики твердых тел к жидкости, четко понять определение жидкости как физического тела, уяснить разницу между капельными и газообразными жидкостями. Освоение основных физических свойств жидкостей. Гидростатика занимается изучением распределения гидростатического давления по объему покоящейся жидкости, а также изучением величины и направления сил гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.

Основные понятия и определения, изучаемые в разделе «Гидростатика»: дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера); основное уравнение гидростатики; формула определения давления в точке; абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление; сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность; сила давления на цилиндрические поверхности; центр давления; гидростатический парадокс.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Каковы размерность и единицы измерения плотности жидкости в Международной системе единиц (СИ)? Приведите значение ρ для воды в системе СИ.
2. Как влияет температура на плотность жидкости?
3. Что понимается под коэффициентом объемного сжатия и модулем упругости жидкости? Зависят ли эти параметры от температуры и давления?
4. В каких случаях нельзя пренебречь сжимаемостью жидкости?
5. Как влияет вязкость жидкости на касательное напряжение τ ?
6. Каковы размерность и единицы измерения динамической и кинематической вязкости μ и ν ? Зависят ли эти характеристики от температуры?
7. Охарактеризуйте значение опыта в гидравлике.
8. Какой еще метод, кроме экспериментального, применяется в гидравлических исследованиях?
9. Как взаимосвязаны между собой давление, геометрическая высота и плотность жидкости в случае, когда из массовых сил действует только сила тяжести?
10. Как влияют давление на свободной поверхности p_0 и глубина погружения точки h на давление p в рассматриваемой точке жидкости?
11. Как взаимосвязаны между собой сила давления жидкости на наклонную плоскую стенку P , давление на свободной поверхности p_0 , плотность жидкости ρ , глубина погружения центра тяжести смоченной части площади стенки ω ? Какая еще величина влияет на силу P ?
12. Что понимается под телом давления и от каких факторов зависят составляющие и равнодействующая сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность?

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

Результаты контрольной работы определяют оценками.

Оценку «отлично» выставляют студенту, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Студенту необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала. Студент должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает студент, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает студент, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы студентом допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что студент не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

Раздел 2. Гидродинамика

Краткое содержание

Цель изучения настоящего раздела - установление взаимосвязи и взаимного влияния между кинематическими характеристиками потока реальной жидкости и гидродинамическими характеристиками.

Основной задачей данной темы является: практическое применение полученных уравнений и формул гидродинамики в инженерных расчетах; способы описания жидкости; классификация видов движения жидкости; неустановившееся и установившееся движения жидкости; линия тока; линия тока и элементарная струйка; поток жидкости; живое сечение; средняя скорость; расход; гидравлический радиус; уравнение неразрывности при установившемся движении; уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и его интерпретации; гидравлический и пьезометрический уклоны; потери напора и формулы для их определения; основное уравнение равномерного движения; коэффициент Шези и формулы для его определения; ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости; пульсация скоростей и давлений; число Рейнольдса и его критическое значение; турбулентное течение в трубах; универсальные законы сопротивления для гладких труб; гидравлическое сопротивление трубопроводов; различные виды местных сопротивлений; сопротивление при внезапном расширении потока; потери напора при ламинарном и турбулентном режимах движения; гидравлически гладкие и шероховатые стенки; коэффициент Дарси при ламинарном и турбулентном режимах движения; особенности турбулентного течения; классификация отверстий и основные характеристики истечения; истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке (незатопленные и затопленные отверстия); гидравлический расчёт отверстий; насадки; классификация и область применения; виды сжатия струи; коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи; вакуум во внешнем цилиндрическом насадке; гидравлический расчёт насадков; истечение жидкости при переменном напоре (опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов); коэффициент расхода системы; истечение жидкости при переменном напоре (опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов); истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке (незатопленные и затопленные отверстия); расчет коротких трубопроводов; расчет гидравлически длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб; расчет разветвленных трубопроводов; расчет кольцевых трубопроводов; расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине; гидравлический удар в трубах; формула Н. Е. Жуковского; скорость распространения ударной волны; прямой и непрямого гидравлический удар при заданном законе закрытия задвижки; диаграмма изменения давления у задвижки; теория физического подобия; теорема подобия; критерии подобия и моделирования; роль подобия в теоретических и экспериментальных исследованиях; удельная энергия сечения, ее график, критическая глубина, критический уклон; спокойное, бурное и критическое состояние потока; параметр кинетичности; дифференциальное уравнение установившегося плавно изменяющегося движения в открытом русле и его интегрирование; равномерное движение в водотоках и его параметры; определение размеров живого сечения канала при различных исходных данных; проверка канала на размыв и заиливание; классификация водосливов и области их применения; общее уравнение водосливов; учет бокового

сжатия на водосливах; условия подтопления водосливов и его учет; расчет сооружений, работающих по типу водослива с тонкой стенкой, водослива практического профиля, водослива с широким порогом.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Как взаимосвязаны площадь живого сечения ω , смоченный периметр χ и гидравлический радиус R , а также расход потока Q , средняя скорость v и площадь живого сечения ω ?
2. Чем отличается равномерное движение жидкости от неравномерного? Как изменяются форма и площади живых сечений по длине при плавно изменяющемся движении жидкости?
3. В чем заключается различие между уравнениями Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости? Напишите оба этих уравнения.
4. От каких факторов зависит гидродинамический напор H ?
5. Как взаимосвязаны удельная кинетическая энергия, скоростной напор $\alpha v^2/2g$ и коэффициент кинетической энергии α ?
6. В чем заключается различие между пьезометрических и гидравлических уклонов?
7. Как взаимосвязаны потери напора по длине, скорость v длина участка потока l , гидравлический радиус R и коэффициент Дарси λ ?
8. Как взаимосвязаны касательное напряжение τ , плотность жидкости ρ и гидравлический уклон I при равномерном движении жидкости?
9. Чем отличается ламинарный режим от турбулентного?
10. Как установить вид режима движения жидкости?
11. В чем отличие средней скорости от усредненной скорости?
12. От каких факторов зависит коэффициент Дарси λ при турбулентном режиме в переходной области сопротивления?
13. Как взаимосвязаны расход Q , площадь живого сечения ω , коэффициент Шези C , гидравлический радиус R и гидравлический уклон I при равномерном движении жидкости?
14. Как взаимосвязаны расход Q , напор H и другие гидравлические характеристики при постоянном напоре?
15. Какова связь между коэффициентами расхода μ , скорости ϕ и сжатия ϵ ?
16. В каких случаях отверстие будет находиться в условиях неполного сжатия, несовершенного сжатия и как эти условия влияют на расход Q ?
17. Какое численное значение имеют коэффициенты μ , ϕ , ϵ при истечении из отверстий в тонкой стенке при полном совершенном сжатии и из внешнего и внутреннего цилиндрического насадка и что они характеризуют? За счет чего увеличивается коэффициент расхода μ при истечении через насадок по сравнению с коэффициентом расхода μ при истечении через насадок по сравнению с коэффициентом расхода μ отверстия той же площади?
18. Какие трубопроводы принято называть гидравлически короткими? Как определить коэффициент расхода системы?
19. Как определить время опорожнения цилиндрического резервуара через отверстие в его дне?
20. Какой трубопровод при гидравлических расчетах считается гидравлически длинным, напорным, простым?
21. Как определяется напор, расход, диаметр при расчетах простого трубопровода, исходя из формулы Шези?
22. Что такое расходная характеристика, какова ее размерность и как через нее записать формулы для определения H , Q , d для простого трубопровода?

23. От каких величин зависит напор при последовательном и параллельном соединении гидравлически длинных трубопроводов?
24. От каких характеристик трубопровода и жидкости зависит величина повышения давления при гидравлическом ударе?
25. Где больше величина фазы удара: в чугунном или бетонном трубопроводе (при одинаковых размерах), и почему?
26. При каких условиях движение в открытом русле считается равномерным?
27. 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 ?
28. От каких факторов зависит допускаемая скорость на размыв?
29. Каким способом можно выполнить расчет размеров канала (b и h) с минимальной затратой времени? Убедитесь в этом практически?
30. Что такое степень наполнения канала?
31. Как классифицируются водосливы по форме профиля и очертанию в плане?
32. Где в практике устанавливаются водосливы с тонкой стенкой, с широким порогом, практического профиля?
33. Как учитывается боковое сжатие при расчете водосливов прямоугольного с тонкой стенкой, с широким порогом, практического профиля?
34. Какой напор называется проектным или профилирующим и как определить коэффициент расхода m , если напор отличается от проектного?

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

Результаты контрольной работы определяют оценками.

Оценку «отлично» выставляют студенту, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Студенту необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала. Студент должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает студент, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает студент, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы студентом допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что студент не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

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 обучающий должен исправить все отмеченные ошибки и выполнить все данные ему указания.

Задача 1

Определить силу F , на которую должно быть рассчитано запорное устройство квадратной крышки размерами $a \times a$, м, вращающегося вокруг оси O , если показания манометра P_M , кПа, глубина погружения уровня оси h , м, жидкость – вода. Построить эпюру давления.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 1

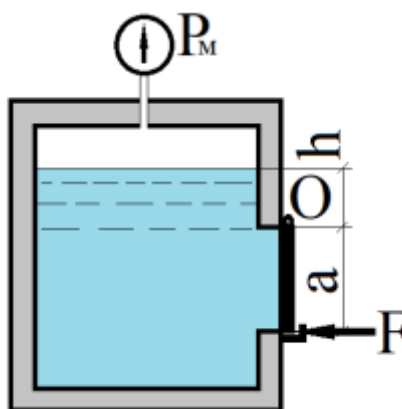


Рис. 1

Таблица 1

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
a , м	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
P_M , кПа	4,2	5,2	6,4	7,8	4,8	5,8	6,4	6,8	7,2	7,4
h , м	0,6	0,8	1,0	0,7	0,4	0,5	0,9	1,2	1,4	0,9

Задача 2.

Определить ширину по дну b в трапециевидальном канале и глубину вод h (рис. 2) при заданных в таблице 2 расходе Q , уклоне дна i , состоянии канала и грунтах.

Расчет выполнить для двух случаев:

1 - случай. Относительная ширина канала равна $\beta = b/h$ отступающего от гидравлически наивыгоднейшего профиля.

2 - случай. Относительная ширина равна $\beta = b/h$ для гидравлически наивыгоднейшего профиля канала.

Начертить в масштабе 1:100 поперечные сечения каналов для обоих случаев.

Вычислить скорость течения воды в каналах. Сопоставить значения гидравлического радиуса R с $R_{гн}$. Выяснить, будут ли каналы размываться.

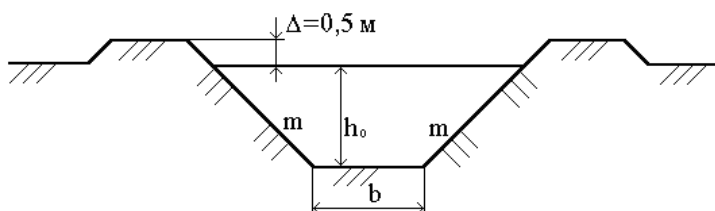


Рис. 2

Таблица 2

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход воды Q , м ³ /сек	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0
Уклон дна канала	0,00028			0,00030			0,00032			
Грунты	Глина			Суглинок			Супесь			
Состояние канала	Выше средней нормы			В средних условиях			В средних условиях			

Задача 3

Вода подается из резервуара A в резервуар B по короткому трубопроводу, состоящему из двух участков длиной L_1 и L_2 и диаметрами d_1 и d_2 . Разность уровней в резервуарах равна H . На глубине H_1 к резервуару A подсоединен коноидальный насадок диаметром выходного сечения d_n и длиной $L_n=5d_n$.

Определить:

1. Расход Q , поступающий в резервуар B по трубопроводу, если коэффициент сопротивления крана $\zeta_{\text{кра}}=10$, остальные сопротивления принять по справочной литературе, коэффициент гидравлического сопротивления труб $\lambda=0,02$.
2. Расход воды через коноидальный насадок, если коэффициент расхода насадка $\mu_n=0,97$.
3. Сравнить расход через коноидальный насадок с расходом через отверстие в тонкой стенке, если коэффициент расхода для отверстия $\mu_0=0,62$.

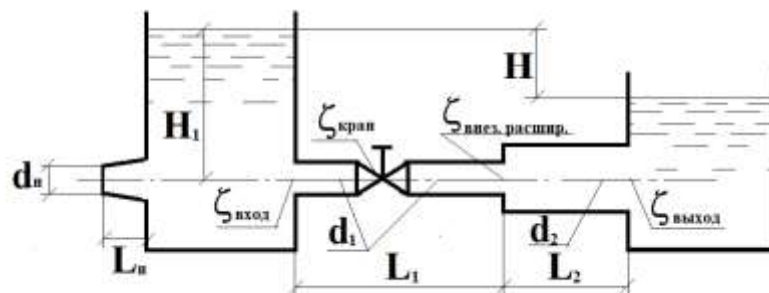


Рис. 3

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Диаметр трубы d_1 , мм	80	200	100	100	200	100	400	120	200	80
Диаметр трубы d_2 , мм	150	300	200	250	400	300	600	250	300	200

Длина трубопровода L_1 , м	8	8	6	15	8	3	2	10	4	4
Длина трубопровода L_2 , м	10	12	12	12	10	10	2	5	10	10
Диаметр насадки d_n , мм	80	60	50	40	70	80	90	40	50	70
Разность уровней в резервуарах H , м	4	4	2	2	2	2	6	3	2	3
Напор над центром насадки H_1 , м	8	6	5	4	4	4	5	8	5	6

Задача 4

Из напорного бассейна (водоёма) по трубопроводу диаметром d , мм и длиной l , м, показанному на рис. 4 вода поступает с расходом Q , м³/с. При нормальной работе трубопровода перед затвором избыточное давление на манометре составляет p_0 , МПа. При резком (мгновенном) закрытии задвижки, установленной в конце трубопровода, возникает гидравлический удар.

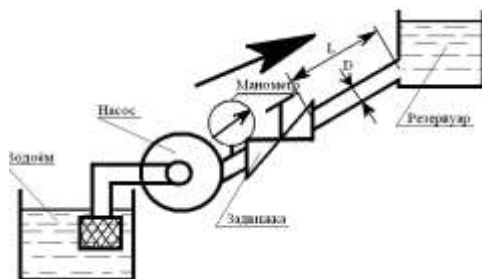


Рис. 4

Требуется определить:

1. Скорость распространения ударной волны.
2. Длительность фазы удара τ_0 .
3. Выяснить вид удара.
4. Максимальное повышение давления.

Таблица 4

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжке									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход Q , л/с	65	110	220	370	90	230	350	500	40	130
Диаметр d , мм	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800
Толщина стенки δ , мм	10	12	40	70	12	15	50	80	8	70
Материал трубы	сталь	чугун	поли-эти-	чугун	сталь	чугун	сталь	поли-эти-	сталь	чугун

			лен					лен		
Длина трубы l , м	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	850	950
Начальное давление p_0 , МПа	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Время закрытия задвижки T_3 , с	3	6	10	4	5	8	7	10	12	2

Задача 4

Подобрать диаметры участков разветвлённой сети и установить необходимую высоту водонапорной башни (точка 1), изображенной на рисунке 5, при следующих данных L_{1-2} , L_{2-3} , L_{3-4} , L_{2-5} , L_{5-6} , L_{5-7} , L_{3-8} , L_{8-9} , L_{8-10} ; расходы в конце участков сети Q_4 , Q_5 , Q_6 , Q_7 , Q_9 , Q_{10} в л/с, показаны на схеме. Местность горизонтальная. В конечных пунктах должен быть обеспечен остаточный напор H не менее 12 м. Трубы новые стальные. Скорость движения воды по трубам V , м/с. Расчет выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в таблице 5.

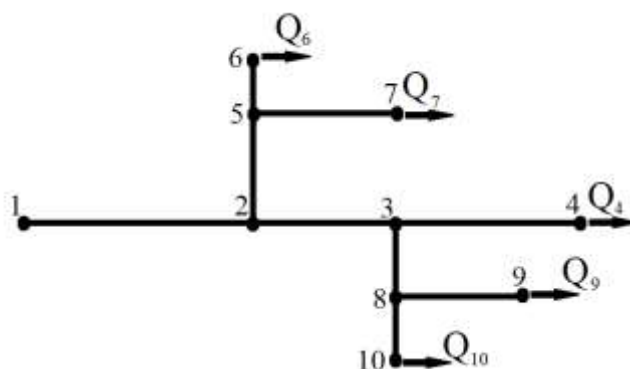


Рис. 5

Таблица 5

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q_4 , л/с	12	10	11	12	14	16	15	17	18	19
Q_6 , л/с	16	18	20	19	17	20	22	24	26	28
Q_7 , л/с	24	23	22	23	24	23	24	22	23	24
Q_9 , л/с	32	34	36	38	40	42	44	34	36	35
Q_{10} , л/с	14	16	18	15	21	14	16	18	15	20
L_{1-2} , м	600	580	560	540	520	500	480	460	440	420
L_{2-3} , м	300	280	300	270	320	260	340	280	300	320
L_{3-4} , м	320	310	315	305	300	320	310	315	320	340
L_{2-5} , м	350	350	340	330	320	310	300	320	310	340
L_{5-6} , м	280	260	240	280	240	260	280	250	270	280
L_{5-7} , м	180	170	175	160	165	150	155	140	145	150

L_{3-8} , м	120	110	100	120	110	100	120	130	125	140
L_{8-9} , м	200	150	100	120	140	180	190	160	170	110
L_{8-10} , м	150	140	130	120	110	100	150	140	130	120
V , м/с	1,1	1,1	0,9	0,9	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,5

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 «Гидростатика»

1. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление.
2. Гидростатический парадокс.
3. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность.
4. Сила давления на цилиндрические поверхности.
5. Центр давления.

ВОПРОСЫ для самостоятельного изучения темы «Гидродинамика»

1. Описание явления гидравлического удара.
2. Расчетные зависимости для величины гидравлического удара и скорости его распространения.
3. Прямой и отраженный, полный и неполный гидравлические удары.
4. Способы снижения ударного явления.

5. Дифференциальное уравнение установившегося плавно изменяющегося движения в открытом русле и его интегрирование.
6. Равномерное движение в водотоках и его параметры.
7. Определение размеров живого сечения канала при различных исходных данных.
8. Проверка канала на размыв и заиление.

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. Как рассчитать давление?
2. От чего зависит давление, оказываемое телом на опору?
3. Как передают производимое на них давление твердые тела?
4. Как передают давление жидкости и газы?
5. Почему жидкости и газы передают давление во все стороны одинаково?
6. В чем заключается закон Паскаля?
7. Что называется весовым давлением?
8. Почему давление внутри жидкости на разных уровнях разное?
9. Почему давление в жидкости на одном и том же уровне одинаково по всем направлениям?

10. Почему часто весовое давление газа (давление, созданное его весом) не учитывается?
11. От каких величин и как зависит давление жидкости на дно сосуда?
12. Как выглядят сообщающиеся сосуды?
13. Как располагаются поверхности однородной жидкости в сообщающихся сосудах?
14. Как располагаются поверхности разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах?
15. Изменятся ли уровни жидкости в сообщающихся сосудах, если сосуды будут иметь разную форму, или если их наклонить?
16. Примеры технических устройств, основанных на принципе действия сообщающихся сосудов
17. Как Торричелли измерил атмосферное давление?
18. Как устроен прибор для измерения атмосферного давления?
19. Почему для уравнивания давления атмосферы, высотой в десятки тысяч километров, достаточно столба ртути высотой всего 760 мм?
20. Как называют приборы для измерения давлений, отличных от атмосферного?
21. Как устроен открытый жидкостный манометр?
22. Как устроен и действует металлический манометр?
23. Какой физический закон используют в работе гидравлических машин?
24. С какой силой погруженное целиком в жидкость тело выталкивается из нее?
25. Что такое Архимедова сила?
26. Чему равна Архимедова сила?
27. От каких величин зависит архимедова сила?
28. Чему равен вес тела, погруженного в жидкость (или в газ)?
29. При каком условии тело, находящееся в жидкости, тонет? плавает? всплывает?
30. Чему равна выталкивающая сила, которая действует на тело, плавающее на поверхности жидкости?
31. Что такое энергия?
32. В каких единицах выражают работу и энергию?
33. Что значит измерить?
34. Какие бывают единицы измерения?
35. Что такое измерительный прибор?
36. Что такое точность и погрешность измерений?
37. Что такое скорость?
38. Как определить скорость при равномерном движении?
39. Какие существуют единицы скорости?
40. Что показывает плотность?
41. Что такое плотность вещества и как ее рассчитать?
42. Единицы плотности
43. Что называется силой?
44. Что называется весом?
45. В чем отличие веса тела от силы тяжести, действующей на тело?

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.

Тема 1. Гидростатика

- 1) Изучение физических свойств жидкостей.
- 2) Построение эпюр гидростатического давления.
- 3) Определение силы гидростатического давления на плоскую поверхность.
- 4) Определение силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.

Задача 1.

Построить эпюру избыточного гидростатического давления, действующего на наклонную плоскую стенку открытого резервуара, заполненного водой. Глубина наполнения резервуара жидкостью равна $h = 4$ м. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

Задача 2.

Определить высоту столба воды в пьезометре над уровнем жидкости в закрытом сосуде, если абсолютное давление на поверхности воды в сосуде $p_0 = 10^4 \text{ кПа}$.

Задача 3.

Определить величину и точку приложения силы давления на прямоугольный щит шириной $b = 2$ м, наклоненный к горизонту под углом $\alpha = 60^\circ$. Глубина наполнения резервуара водой равна $H = 4$ м.

Тема 2. Гидродинамика

- 1) Расчет расхода жидкости и скорости истечения, площадь живого сечения, смоченный периметр и гидравлический радиус.
- 2) Определение коэффициента сопротивления и потери напора.
- 3) Определение режимов движения жидкостей.
- 4) Расчет короткого трубопровода.
- 5) Расчет простого трубопровода.
- 6) Расчет сложного трубопровода.
- 7) Определение параметров гидравлического удара.

- 8) Определение размеров живого сечения канала при различных исходных данных.
- 9) Расчет сооружений, работающих по типу водослива с тонкой стенкой, водослива практического профиля, водослива с широким порогом.

Задача 1.

По горизонтальной трубе постоянного сечения длиной 50 м и диаметром 100 мм из открытого резервуара вода вытекает в атмосферу при постоянном напоре $H = 5$ м. Определить скорость и расход вытекающей воды, если заданы коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу = 0,5 и крана = 5, а также коэффициент гидравлического трения.

Задача 2.

По чугунному трубопроводу длиной $l = 20$ м и диаметром d на высоту $h = 4,25$ м насосом подается вода при $Q = 0,015$ м³/с и $p_{\text{вак}} = 45$ кПа.

Задача 3.

Определить диаметр всасывающей трубы с учетом допускаемой скорости движения воды $u = 0,7 \dots 1,2$ м/с. Потерями напора на местные сопротивления пренебречь.

Задача 4

Из водонапорной башни высотой 20 м в трубопровод, состоящий из трех труб, подается вода с расходом $Q = 0,1$ м³/с. Длина стальной трубы до разветвления $l_1 = 800$ м, диаметр $d_1 = 300$ мм. В сечении В-В трубопровод разветвляется на две ветви, длины и диаметры которых соответственно равны $l_2 = 940$ м; $d_2 = 200$ мм; $l_3 = 1050$ м; $d_3 = 250$ мм. Температура воды 10°C. Определить расходы в каждой ветви трубопровода. Геодезические отметки подачи воды $z_C = 5$ м и $z_D = 3$ м, избыточные давления $p_M = 50$ Па. Местными сопротивлениями пренебречь...

Задача 5.

На трубопроводе, питаемом от водонапорной башни, участок ВС имеет непрерывную раздачу по пути $q = 0,05$ л/с на 1 пог.м, а точках С и Д - сосредоточенные отборы $s = 10$ л/с и $d = 12$ л/с. Длины участков трубопровода АВ = 400 м, ВС = 300 м, СД = 200 м. Отметки земли: $z_A = 15$ м; $z_B = 14$ м; $z_C = 12$ м и $z_D = 10$ м; свободный напор $H_{\text{св}} \geq 10$ м. Построить пьезометрическую линию и определить необходимую высоту водонапорной башни в точке А, если диаметры участков $D_{AB} = D_{BC} = 200$ мм; $D_{CD} = 125$ мм; трубы асбестоцементные. $l_{AB} = 400$ м; $l_{BC} = 300$ м; $l_{CD} = 200$ м; $D_{AB} = D_{BC} = 200$ мм; $D_{CD} = 125$ мм. Материал труб – асбестоцемент. Найти: H_B .

Задача 6.

Трубопровод, имеющий длину $l = 20$ м и внутренний диаметр $d = 50$ мм мгновенно закрывается задвижкой ($t_{\text{закр}} = 0$). Определить ударное повышение давления в трубе, если глубина погружения центра тяжести проходного сечения трубы под свободную поверхность жидкости в открытом резервуаре равна $h = 4$ м. Толщина стенки стальной трубы = 6 мм. Жидкость – вода. Принять гидравлический коэффициент трения $\lambda = 0,03$.

Задача 7.

По стальному трубопроводу длиной $l = 2$ км, диаметром $d = 300$ мм и толщиной стенки = 10 мм подается вода. Определить силу давления на запорный диск задвижки, установленной в конце трубы, если время ее закрытия $t_{\text{закр}} = 3$ с, а объемный расход = 0,1 м³/с; диаметр запорного диска $D = 0,35$ м.

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

Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:	
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»	
Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине, изложенных в п.1.1 настоящего документа
Форма промежуточной аттестации -	экзамен
Место экзамена в графике учебного процесса:	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для обучающихся, сроки которой устанавливаются приказом по университету
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета
Форма экзамена -	Письменный
Время проведения экзамена	Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета
Экзаменационная программа по учебной дисциплине:	1) представлена в фонде оценочных средств по дисциплине 2) охватывает разделы №№ 1, 2 (в соответствии с п. 2.2 настоящего документа)
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	представлены в фонде оценочных средств по дисциплине

9.1 Процедура проведения экзамена

Экзамен принимается преподавателями, читающими лекции по данной дисциплине. Экзамен принимается по билетам в часы и аудитории, предусмотренные расписанием. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и один практический вопрос, в котором определено задание и исходные данные для его решения. Экзамен проводится в посменной форме. После пояснения преподавателя о порядке сдачи экзамена, обучающиеся поочередно заходят в аудиторию, представляют преподавателю зачетные книжки, берут билет и докладывают преподавателю его номер. Преподаватель уточняет, нет ли неясностей по содержанию вопросов билетов, и дает разрешение на подготовку к ответу с указанием срока подготовки (60 мин.).

В ходе экзамена студенты могут использовать при решении практических задач по соответствующей теме только литературу, определенную в перечне нормативных и справочных материалов, разрешенных к использованию на экзамене. Для выявления глубины и прочности знаний студента преподаватель, выслушав ответы на вопросы, может задать дополнительные вопросы по темам, предусмотренными учебной программой. Общая оценка студенту объявляется сразу же после ответа на теоретические вопросы и проверки правильности решения задачи.

9.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

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.

Бланк теста

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

Тестирование по итогам освоения дисциплины «Гидравлика»

Для обучающихся направления подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование

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. Коэффициент расхода обозначается греческой буквой
 - а) ε
 - б) $\mu +$
 - в) φ
 - г) ξ
2. Расход при истечении жидкости из внешнего конически-сходящегося насадка при напоре $H=4$ м и диаметре 0,2 м равен ... $\text{м}^3/\text{с}$.
 - а) 0,51
 - б) 0,051
 - в) 0,23+
 - г) 0,43
3. Малое отверстие расположено на расстоянии двух своих диаметров от боковой стенки бака, но значительно удалено от его дна, то сжатие является ...
 - а) полным совершенным
 - б) неполным совершенным +
 - в) полным несовершенным
 - г) неполным несовершенным
4. Гидравлический удар прямой
 - а) если скорость распространения ударной волны в трубопроводе больше фазы гидравлического удара
 - б) если время закрытия задвижки на трубопроводе меньше фазы гидравлического удара +
 - в) если скорость распространения ударной волны в трубопроводе меньше фазы гидравлического удара
 - г) если время закрытия задвижки на трубопроводе больше фазы гидравлического удара
5. Задвижка на трубопроводе закрыта не полностью, повышение давления в результате гидравлического удара

- а) вычисляют по формуле $\Delta P = \frac{2\rho l V_0}{t_{\text{зак}}}$, Па
- б) вычисляют по формуле $\Delta P = \rho a (V_0 - V_1)$, Па +
- в) вычисляют по формуле $\Delta P = \rho a V_0$, Па
- г) вычисляют по формуле $\Delta P = \rho a V_1$, Па
6. 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
7. Уравнение равномерного движения жидкости в открытом русле имеет вид ..., где Q - расход потока, м³/с; w - площадь живого сечения потока, м²; C - коэффициент Шези, м^{1/2}/с; R - гидравлический радиус, м; i - уклон дна.
- а) $Q = C\omega\sqrt{Ri}$ +
- б) $Q = \omega\sqrt{CRi}$
- в) $Q = C\omega i\sqrt{R}$
- г) $Q = CR\sqrt{\omega i}$
8. В формуле $w = (b + hm)h$, для определения площади поперечного сечения для открытого трапецеидального канала величина m обозначает
- а) смоченный периметр
- б) ширину канала по дну
- в) гидравлический радиус
- г) коэффициент заложения откосов +
9. Площадь живого сечения трапецеидального канала
- а) определяется по формуле $\omega = bh$
- б) определяется по формуле $\omega = \frac{2}{3}Bh$
- в) определяется по формуле $\omega = h^2m$
- г) определяется по формуле $\omega = bh + h^2m$ +
10. Ширина прямоугольного канала по верху B
- а) $B = b + 2mh$
- б) $B = b +$
- в) $B = 2mh$

г) $B = \sqrt{2ph}$

11. Трапецеидальный канал характеризуется следующими шестью величинами

- а) b, h, m, n, I, Q +
- б) b, h, χ, n, I, B
- в) b, λ, m, n, I, V
- г) β, h, m, n, I, Q

12. Исследование натурального состояния явления выполняется с использованием методов, имеющих иную физическую природу, однако, описываемое теми же математическими зависимостями, которые описывают натурное явление, при ... моделировании.

- а) лингвистическом
- б) натурном
- в) физическом+
- г) математическом

13. Выполнение критерия Эйлера соблюдается при условии ...

- а) $Eu_n \neq Eu_m$
- б) $Eu_n = Eu_m$ +
- в) $Eu_n > Eu_m$
- г) $Eu_n < Eu_m$

14. Вязкость жидкостей измеряют с помощью...

- а) вискозиметров +
- б) вакуумметров
- в) манометров
- г) микрометров

15. Единицами измерения коэффициента кинематической вязкости являются

- а) m/c^2
- б) Па
- в) $Pa \cdot c$
- г) m^2/c +

16. Массу жидкости, заключенную в единице объема

- а) называют весом
- б) называют удельным весом
- в) называют удельной плотностью
- г) называют плотностью +

17. Наука о равновесии и движении жидкостей, это наука о.....

Ответ:

18. Жидкость находится под давлением

- а) жидкость находится в состоянии покоя
- б) жидкость течет
- в) на жидкость действует сила +
- г) жидкость изменяет форму

19. Силы, действующие на жидкость

- а) силы инерции и поверхностного натяжения
- б) внутренние и поверхностные
- в) массовые и поверхностные +
- г) силы тяжести и давления

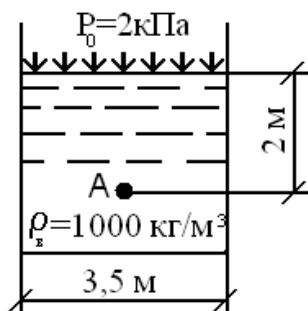
20. Понятие «идеальная» жидкость означает

- а) невязкая +
- б) несжимаемая
- в) не текучая
- г) движущаяся равномерно

21. Гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю

- а) равно давлению над свободной поверхностью +
- б) равно произведению объема жидкости на ее плотность
- в) равно разности давлений на дне резервуара и на его поверхности
- г) равно произведению плотности жидкости на ее удельный вес

22. Гидростатическое давление в точке А равно



- а) 19,62 кПа
- б) 31,43 кПа
- в) 21,62 кПа +
- г) 103 кПа

23. В открытом сосуде эпюра весового давления на вертикальную или наклонную стенку совпадает с эпюрой ... давлений.

- а) поверхностного
- б) абсолютного
- в) манометрического +
- г) вакуумметрического

24. Точка приложения равнодействующей гидростатического давления лежит ниже центра тяжести плоской боковой поверхности резервуара на расстоянии

$$\text{а) } e = \frac{J_0}{L_{\text{ум}} \omega}$$

$$\text{в) } e = \frac{\omega}{L_{\text{ум}} J_0}$$

$$\text{б) } e = J_0 \frac{L_{\text{ум}}}{\omega}$$

$$\text{г) } e = \omega J_0 L_{\text{ум}}$$

25. Единица измерения давления в системе СИ

- а) в паскалях +
- б) в джоулях
- в) в барах
- г) в стоках

26. Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- а) в движущейся жидкости
- б) в покоящейся жидкости +
- в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением
- г) в жидкости, помещенной в резервуар

27. Гидростатическое давление всегда

- а) направлено по внутренней нормали к площадке, на которую оно действует +
- б) направлено по внешней нормали к площадке, на которую оно действует
- в) направлено по касательной к площадке, на которую оно действует
- г) направлено в сторону свободной поверхности жидкости

28. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости

$$\text{а) } \begin{cases} -\frac{\partial P}{\partial x} + \rho F_x - \frac{dU_x}{dx} = 0 \\ -\frac{\partial P}{\partial y} + \rho F_y - \frac{dU_y}{dy} = 0 \\ -\frac{\partial P}{\partial z} + \rho F_z - \frac{dU_z}{dz} = 0 \end{cases}$$

$$\text{в) } \begin{cases} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + F_x - \frac{dU_x}{dt} = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + F_y - \frac{dU_y}{dt} = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + F_z - \frac{dU_z}{dt} = 0 \end{cases} +$$

$$\text{б) } \begin{cases} -\frac{\partial P}{\partial x} + F_x + \frac{dU_x}{dt} = 0 \\ -\frac{\partial P}{\partial y} + F_y + \frac{dU_y}{dt} = 0 \\ -\frac{\partial P}{\partial z} + F_z + \frac{dU_z}{dt} = 0 \end{cases}$$

$$\text{г) } \begin{cases} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - F_x + \frac{dU_x}{dt} = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - F_y + \frac{dU_y}{dt} = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} - F_z + \frac{dU_z}{dt} = 0 \end{cases}$$

29. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\frac{\alpha V^2}{2g}$ называется

- а) пьезометрической высотой
- б) скоростной высотой +
- в) геометрической высотой
- г) такого члена не существует

30. Элементарная струйка -

- а) трубка потока, окруженная линиями тока
- б) часть потока, заключенная внутри трубки тока +
- в) объем потока, движущийся вдоль линии тока
- г) неразрывный поток с произвольной траекторией

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 экзамену

1. Предмет гидравлики.
2. Понятие о жидкости (континуум, реальная и идеальная).
3. Силы, действующие в жидкости.
4. Физические свойства жидкостей ($\rho, \gamma, \beta_c, E_{ж}, \mu, \nu$).
5. Понятие о гидростатическом давлении и его свойствах.
6. Дифференциальные уравнения жидкости, находящейся в движении и в равновесии (уравнение Эйлера).
7. Дифференциальное уравнение поверхности равного давления.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Законы гидростатики.
10. Понятие о вакуумном, абсолютном и манометрическом давлениях.
11. Приборы для измерения давлений.
12. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности (центр тяжести, центр давления, эпюры гидростатического давления, тело давления).
13. Примеры относительного покоя жидкости.
14. Основные определения. Линия тока, трубка тока, элементарная струйка, элементарный расход.
15. Расход целого потока.
16. Режимы движения жидкости.
17. Число Рейнольдса.
18. Виды движения жидкости.
19. Элементы потока (Q, V, R, ω, χ).
20. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки и целого потока.
21. Интерпретация уравнения. Бернулли.
22. Характеристика ламинарного режима движения (формулы Стокса, Пуазейля, Дарси-Вейсбаха).

23. Характеристика турбулентного режима движения.
24. Понятие о гладких и шероховатых поверхностях.
25. Формулы для определения коэффициента сопротивления трения по длине $\lambda=f(R_e, \Delta_{эKB}/d)$.
26. Путевые и местные сопротивления.
27. Расчетные формулы для определения путевых и местных сопротивлений.
28. Истечение жидкостей из отверстий и насадок при $H = \text{const}$.
29. Виды насадок.
30. Истечение жидкостей при переменном напоре.
31. Определение времени опорожнения емкости.
32. Расчетные формулы трубопровода.
33. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.
34. Насосная раздача.
35. Расчет короткого трубопровода на примере сифона.
36. Гидравлический удар в трубах. Расчетные формулы.
37. По каким признакам подбирается откос в канале (трапецеидальное сечение)?
38. Определение нормальной глубины в канале.
39. Признаки установившегося равномерного движения жидкости в потоке.
40. Определение глубины в канале для гидравлически наивыгоднейшего сечения.
41. Уравнение Бернулли его энергетический, геометрический и гидравлический смысл.
42. Уравнение Шези. Его применение в гидравлических расчетах.
43. Способ определения нормальной глубины в канале.
44. Понятие о гидравлически наивыгоднейшего сечения канала.
45. Водосливы.

Бланк экзаменационного билета

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

Экзамен по дисциплине «Гидравлика»

для обучающихся по направлению 20.03.02 – Природообустройство и водопользование

1. Приборы для измерения давления. Физические характеристики и свойства жидкостей ($\gamma, \rho, \beta, \beta_v, \mu, \nu$). *Напишите расчетные формулы и понятия величин.*
2. Гидростатическое давление и его свойства. Размерность давления. *Напишите расчетные формулы и расшифруйте величин входящие в уравнения.*

Задача. Определить расход Q воды, вытекающей через внешний цилиндрический насадок $D=10$ см, если напор $H=2$ м при установившемся движении. Как изменится расход, если насадок заменить малым отверстием такого же диаметра в тонкой стенке.

9.3.3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы промежуточного контроля

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

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.

ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины Б1.О.19 Гидравлика	
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: https://e.lanbook.com/book/158956 . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com
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: https://e.lanbook.com/book/200246 . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com

Кудинов, В. А. Гидравлика : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - Москва : Абрис, 2012. - 199 с. - ISBN 978-5-4372-0045-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html . - Режим доступа: по подписке.	http://www.studentlibrary.ru
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: https://e.lanbook.com/book/137503 . - Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com
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: https://znanium.com/catalog/product/1841090 . - Режим доступа: по подписке.	https://new.znanium.com
Сайриддинов, С. Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / С. Ш. Сайриддинов ; научный редактор д. т. н., проф. Ю. И. Вдовин. - Москва : АСВ, 2012. - 352 с. - ISBN 978-5-93093-247-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930932478.html . - Режим доступа: по подписке.	http://www.studentlibrary.ru .
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: https://e.lanbook.com/book/64874 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com
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: https://lib.rucont.ru/efd/495822/info .	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 20.03.02 – Природообустройство и водопользование, профиль «Управление
водными ресурсами и водопользование»

Расчетно-графическая работа
по дисциплине Гидравлика

на тему: _____

Выполнил(а): ст. ____ группы

ФИО _____

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО _____

Омск – _____ г.