



ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

Утверждено:  
на заседании кафедры геологии,  
гидрометеорологии и геоэкологии  
протокол № 9 от «24» января 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета наук о Земле  
и туризма

Зав. кафедрой  / В.Н. Никонов  / Ю.В. Фаронова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Общая и речная гидравлика

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)


05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки

Гидрология суши и гидрометеорологический мониторинг

Квалификация

Бакалавр

|  |   |
|--|---|
| Разработчик (составитель)<br>старший преподаватель |  / Лешан И.Ю. |
|  |   |

Для приема: 2022 г.

Уфа – 2022 г.

Составитель: старший преподаватель Лешан Ирина Юрьевна

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геологии, гидрометеорологии и геоэкологии протокол от «24» января 2022 г. № 9

Заведующий кафедрой



/ В.Н. Никонов

### Список документов и материалов

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций  | 4  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   | 4  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  | 4  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  | 4  |
| 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.  | 4  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. | 6  |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 19 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 19 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы  | 20 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 20 |

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода)  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  |
|--|---|--|--|
|  | ПК – 6. Владением теоретическими знаниями об атмосфере и гидросфере, основами управления в сфере использования климатических и водных ресурсов и навыками планирования и организации полевых и камеральных инженерно-гидрометеорологических изысканий | ИПК – 6.1. Планирует календарный план и содержание основных этапов гидрометеорологических изысканий.                                 | <i>Знать:</i><br>методики расчета расходов и гидравлических сопротивлений.     |
|  |   | ИПК – 6.2. Проводит анализ динамики гидрометеорологических показателей.  | <i>Уметь:</i><br>решать конкретные прикладные задачи, связанные с гидравликой. |
|  |   | ИПК – 6.3. Определяет рекомендации по рациональному использованию, эффективному применению и охране климатических и водных ресурсов. | <i>Владеть:</i><br>основами расчета гидравлических систем.                     |

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая и речная гидравлика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Цели изучения дисциплины: приобретение студентами знаний об основных закономерностях движения несжимаемой и сжимаемой жидкостей, методиках гидравлических расчетов.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

#### Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

##### 7 семестр

Код и формулировка компетенции: ПК – 6. Владением теоретическими знаниями об атмосфере и гидросфере, основами управления в сфере использования климатических и

водных ресурсов и навыками планирования и организации полевых и камеральных инженерно-гидрометеорологических изысканий.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине                                    | Критерии оценивания результатов обучения                  |   |
|--|--|---|---|
|  |  | «Не зачтено»  | «Зачтено»   |
| ИПК – 6.1. Планирует календарный план и содержание основных этапов гидрометеорологических изысканий.                                 | Знать: методики расчета расходов и гидравлических сопротивлений.     | Объем знаний оценивается на 59 и ниже баллов от требуемых | Объем знаний оценивается от 60 до 110 баллов от требуемых |
| ИПК – 6.2. Проводит анализ динамики гидрометеорологических показателей.  | Уметь: решать конкретные прикладные задачи, связанные с гидравликой. | Объем умений оценивается на 59 и ниже баллов от требуемых | Объем умений оценивается от 60 до 110 баллов от требуемых |
| ИПК – 6.3. Определяет рекомендации по рациональному использованию, эффективному применению и охране климатических и водных ресурсов. | Владеть: основами расчета гидравлических систем.                     | Объем владения навыками на 59 и ниже баллов от требуемых  | Объем владения навыками от 60 до 110 баллов от требуемых  |

### 8 семестр

Код и формулировка компетенции: ПК – 6. Владением теоретическими знаниями об атмосфере и гидросфере, основами управления в сфере использования климатических и водных ресурсов и навыками планирования и организации полевых и камеральных инженерно-гидрометеорологических изысканий.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине                                    | Критерии оценивания результатов обучения                  |  |  |   |
|--|--|---|--|--|---|
|  |  | 2 («Не удовлетворительно»)                                | 3 («Удовлетворительно»)                                  | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)   |
| ИПК – 6.1. Планирует календарный план и содержание основных этапов гидрометеорологических изысканий.                                 | Знать: методики расчета расходов и гидравлических сопротивлений.     | Объем знаний оценивается на 45 и ниже баллов от требуемых | Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых | Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых | Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых |
| ИПК – 6.2. Проводит анализ динамики гидрометеорологических показателей.  | Уметь: решать конкретные прикладные задачи, связанные с гидравликой. | Объем умений оценивается на 45 и ниже баллов от требуемых | Объем умений оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых | Объем умений оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых | Объем умений оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых |
| ИПК – 6.3. Определяет рекомендации по рациональному использованию, эффективному применению и охране климатических и водных ресурсов. | Владеть: основами расчета гидравлических систем.                     | Объем владения навыками на 45 и ниже баллов от требуемых  | Объем владения навыками от 45 до 59 баллов от требуемых  | Объем владения навыками от 60 до 79 баллов от требуемых  | Объем владения навыками от 80 до 110 баллов от требуемых  |

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

7 семестр

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>                                    | <b>Оценочные средства</b>                         |
|---|---|---|
| <i>ИПК – 6.1. Планирует календарный план и содержание основных этапов гидрометеорологических изысканий.</i>                                 | <i>Знать: методики расчета расходов и гидравлических сопротивлений.</i>     | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы</i> |
| <i>ИПК – 6.2. Проводит анализ динамики гидрометеорологических показателей.</i>  | <i>Уметь: решать конкретные прикладные задачи, связанные с гидравликой.</i> | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы</i> |
| <i>ИПК – 6.3. Определяет рекомендации по рациональному использованию, эффективному применению и охране климатических и водных ресурсов.</i> | <i>Владеть: основами расчета гидравлических систем.</i>                     | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы</i> |

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

8 семестр

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>                                    | <b>Оценочные средства</b>                                     |
|---|---|---|
| <i>ИПК – 6.1. Планирует календарный план и содержание основных этапов гидрометеорологических изысканий.</i>                                 | <i>Знать: методики расчета расходов и гидравлических сопротивлений.</i>     | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы<br/>Экзамен</i> |
| <i>ИПК – 6.2. Проводит анализ динамики гидрометеорологических показателей.</i>  | <i>Уметь: решать конкретные прикладные задачи, связанные с гидравликой.</i> | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы<br/>Экзамен</i> |
| <i>ИПК – 6.3. Определяет рекомендации по рациональному использованию, эффективному применению и охране климатических и водных ресурсов.</i> | <i>Владеть: основами расчета гидравлических систем.</i>                     | <i>Практические работы<br/>Контрольные работы<br/>Экзамен</i> |

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

## Рейтинг – план дисциплины

«Общая и речная гидравлика»

направление 05.03.04 «Гидрометеорология», профиль «Гидрология суши и гидрометеорологический мониторинг»  
курс 4, семестр 7

| Виды учебной деятельности студентов   | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|   |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| <b>Модуль 1.</b>  |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| Выполнение и защита практических работ № 1, 2   | 10 за 1 работу             | 2 работы                 | 0           | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Контрольная работа  | 5 за 1 вопрос              | 5 вопросов               | 0           | 25           |
| <b>Всего по модулю</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>45</b>    |
| <b>Модуль 2.</b>  |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| Выполнение и защита практических работ № 3, 4, 5  | 10 за 1 работу             | 3 работы                 | 0           | 30           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Контрольная работа  | 5 за 1 вопрос              | 5 вопросов               | 0           | 25           |
| <b>Всего по модулю</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>55</b>    |
| <b>Поощрительный рейтинг за семестр</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Участие в олимпиаде по «Гидрометеорологии»<br>2. Публикация статей<br>3. Выступление на конференциях | 10                         | 1                        | 0           | 10           |
| <b>Всего по поощрительному рейтингу</b>   |                            |                          | <b>0</b>    | <b>10</b>    |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>                                  |                            |                          |             |              |
| Посещение лекционных занятий  | По положению               | 9 занятий                | 0           | -6           |
| Посещение практических занятий  | По положению               | 17 занятий               | 0           | -10          |
| <b>Всего по посещаемости</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>-16</b>   |
| <b>Итогового контроля</b>   |                            |                          |             |              |
| Зачет   |                            |                          | -           | -            |
| <b>ИТОГО</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>110</b>   |



## Рейтинг – план дисциплины

«Общая и речная гидравлика»

направление 05.03.04 «Гидрометеорология», профиль «Гидрология суши и гидрометеорологический мониторинг»  
курс 4, семестр 8

| Виды учебной деятельности студентов   | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|   |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| <b>Модуль 1.</b>  |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| Выполнение и защита практических работ № 1,2  | 10 за 1 работу             | 2 работы                 | 0           | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Контрольная работа  | 3 за 1 вопрос              | 5 вопросов               | 0           | 15           |
| <b>Всего по модулю</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>35</b>    |
| <b>Модуль 2.</b>  |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| Выполнение и защита практических работ № 3,4  | 10 за 1 работу             | 2 работы                 | 0           | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Контрольная работа  | 3 за 1 вопрос              | 5 вопросов               | 0           | 15           |
| <b>Всего по модулю</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>35</b>    |
| <b>Поощрительный рейтинг за семестр</b>   |                            |                          |             |              |
| 4. Участие в олимпиаде по «Гидрометеорологии»<br>5. Публикация статей<br>6. Выступление на конференциях | 10                         | 1                        | 0           | 10           |
| <b>Всего по поощрительному рейтингу</b>   |                            |                          | <b>0</b>    | <b>10</b>    |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>                                  |                            |                          |             |              |
| Посещение лекционных занятий  | По положению               | 9 занятий                | 0           | -6           |
| Посещение практических занятий  | По положению               | 17 занятий               | 0           | -10          |
| <b>Всего по посещаемости</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>-16</b>   |
| <b>Итоговой контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Экзамен   |                            |                          | 0           | 30           |
| <b>ИТОГО</b>  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>110</b>   |

## ЗАЧЕТ (7 семестр)

Зачет выставляется студенту автоматически, если он в течение семестра набрал 60 и более баллов при выполнении заданий текущего и рубежного контроля. В случае, если к началу зачетной недели студент не набирает минимума баллов для выставления зачета, он в ходе периода пересдач сдает задания текущего контроля и добирает необходимое количество баллов.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ (8 семестр)

Экзамен проводится в устной форме. Вопросы формируются в виде билетов, в каждом из которых содержится 3 вопроса. Студент, который в течение семестра набрал баллы для удовлетворяющей его оценки, получает итоговую оценку автоматически без явки на экзамен.

### Примерный перечень экзаменационных вопросов

1. Предмет гидравлики.
2. Гидравлика и гидрология.
3. Свойства жидкостей.
4. Силы и напряжения, действующие в жидкости.
5. Уравнение неразрывности.
6. Гидростатическое давление и его свойства.
7. Уравнения равновесия покоящейся жидкости.
8. Напорное и безнапорное движение жидкости.
9. Уравнение равномерного движения открытого потока.
10. Построение кривых расходов речных потоков.
11. Применение уравнения равномерного движения к отдельным вертикалям речного потока.
12. Расчет распределения скоростей по ширине потока.
13. Турбулентная пульсация.
14. Уравнение неравномерного движения открытого потока.
15. Основные зависимости, используемые при изучении неравномерного течения в реках.
16. Основные уравнения неустановившегося движения воды в водотоках.
17. Методы построения кривых свободной поверхности речных потоков (А.Н.Рахманова, Н.Н. Павловского, Н.М. Бернадского).
18. Поперечные циркуляции.
19. План течений и его построение по данным измерений и расчётным способом.
20. Уравнения турбулентной диффузии и турбулентной теплопроводности.
21. Уравнение установившейся турбулентной диффузии в форме конечных разностей.
22. Учёт начальных и граничных условий при расчёте диффузии.
23. Расчёт кратности разбавления методами Фролова-Родзиллера и Лапшева.
24. Общие сведения о речных наносах.
25. Гидравлическая крупность.
26. Начальная скорость донного влечения.
27. Взвешивание наносов.
28. Распределение мутности по вертикали.
29. Транспортирующая способность потока.
30. Баланс наносов участка реки.
31. Методы расчёта стока взвешенных и влекомых наносов.
32. Типы русловых процессов.
33. Устойчивость речных русел.
34. Морфометрические соотношения.
35. Критерии устойчивости речных русел.
36. Расчёт деформаций русла при наличии данных о мутности потока.
37. Оценка вертикальных деформаций речных русел.
38. Оценка плановых деформаций речных русел.

39. Физические свойства жидкостей.
40. Силы действующие в жидкостях. Давление.
41. Основные уравнения в гидростатике.
42. Давление жидкости на плоские поверхности.
43. Закон Архимеда. Условие плавания тел.
44. Кинематика потоков.
45. Гидравлические характеристики потоков.
46. Уравнение Бернулли.
47. Приложения уравнения Бернулли.
48. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.
49. Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора.
50. Формула Дарси – Вейсбаха.
51. Гидравлические сопротивления русел рек.
52. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
52. Формула Шези. Коэффициенты шероховатости.
53. Установившиеся движения жидкости в открытых руслах.
54. Удельная энергия потока. Критический уклон.
55. Неустановившиеся движения в руслах.
56. Уравнение Сен – Венана.

*Пример оформления билета*

**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
 Факультет наук о Земле и туризма  
 Направление 05.03.04 «Гидрометеорология»,  
 профиль подготовки «Гидрология суши и гидрометеорологический мониторинг»  
 Экзамен по дисциплине «Общая и речная гидравлика»  
 2021-2022 уч. год

Билет № 1

1. Предмет гидравлики.
2. Напорное и безнапорное движение жидкости.
3. Методы построения кривых свободной поверхности речных потоков (А.Н.Рахманова, Н.Н. Павловского, Н.М. Бернадского.

Заведующий кафедрой геологии,  
гидрометеорологии и геоэкологии,  
канд. геол.-мин. наук, доцент

А.М. Фархутдинов

***Критерии оценки (в баллах):***

|                            |                                |  |
|----------------------------|--------------------------------|--|
| <b><u>25-30 баллов</u></b> | <b>5 – отлично</b>             | <i>выставляется студенту, если ответил на три вопроса экзаменационного билета и дополнительные вопросы, при ответах не допущены или допущены небольшие неточности.</i>                             |
| <b><u>17-24 баллов</u></b> | <b>4 – хорошо</b>              | <i>выставляется студенту, если ответил на три вопроса экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при ответах допущены неточности.</i>  |
| <b><u>10-16 баллов</u></b> | <b>3 – удовлетворительно</b>   | <i>выставляется студенту, если ответил на два вопроса экзаменационного билета и дополнительные вопросы, при ответах допущены неточности и имеются затруднения в понимании процессов.</i>           |
| <b><u>0-9 балла</u></b>    | <b>2 – неудовлетворительно</b> | <i>выставляется студенту, если ответил на один вопрос экзаменационного билета и не ответил на дополнительные вопросы, при ответах допущены ошибки и имеются затруднения в понимании процессов.</i> |

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

7 семестр

### Практическая работа № 1.

Основные уравнения гидростатики.

Цель задания: используя основные уравнения гидростатики выполнить расчеты.

Порядок выполнения задания: Решить задачу с применением закона Паскаля.

Водолазы при подъеме затонувшего судна работали на глубине 50 м. Определить давление воды на этой глубине и силу давления на скафандр водолаза, если площадь его поверхности равна  $1\text{ м}^2$ . Атмосферное давление считать равным 1013 МПа ( $0,1013 \times 10^6$  Па), плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ .

Результат выполнения задания: выполнение расчетов по основным уравнениям гидростатики.

### Практическая работа № 2.

Уравнение Бернулли.

Цель задания: используя уравнение Бернулли решить задачи.

Порядок выполнения задания: Определить расход воды и построить пьезометрическую линию: без учета потерь напора на сопротивления; с учетом потерь напора на сопротивления.

Дано: напор воды  $H$ , диаметр  $d_1$  и длина  $l_1$  трубы первого участка; диаметр  $d_2$  и длина  $l_2$  трубы второго участка; диаметр  $d_3$  выходного отверстия (диафрагма) в конце второго участка. Коэффициент Кориолиса принять  $\alpha = 1$ . Трубы стальные сварные; эквивалентная шероховатость  $K_s = 1\text{ мм}$ .

Исходные данные для задания

| Исходные данные                                    | Номера вариантов |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| Напор $H$ , м                                      | 10,0             | 12,0 | 11,0 | 9,0  | 11,0 | 8,0  | 7,0  | 8,0  | 6,0  | 10,0 | 10,0 | 12,0 |
| Диаметр трубы 1-го участка $d_1$ , м               | 0,30             | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,50 |
| Длина трубы 1-го участка $l_1$ , м                 | 60               | 70   | 80   | 60   | 70   | 80   | 60   | 50   | 40   | 45   | 52   | 64   |
| Диаметр трубы 2-го участка $d_2$ , м               | 0,20             | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,25 | 0,20 | 0,25 | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,40 |
| Длина трубы 2-го участка $l_2$ , м                 | 50               | 60   | 50   | 70   | 80   | 40   | 52   | 56   | 50   | 60   | 40   | 50   |
| Выходное отверстие конца второго участка $d_3$ , м | 0,16             | 0,18 | 0,25 | 0,26 | 0,16 | 0,20 | 0,16 | 0,20 | 0,18 | 0,25 | 0,26 | 0,36 |

Результат выполнения задания: выполнение расчетов с применением уравнения Бернулли.

### Практическая работа № 3.

Водосливы.

Цель задания: определить расход воды через водослив с тонкой стенкой и прямоугольным отверстием, без бокового сжатия. Для безвакуумного водослива практического профиля начертить профиль водослива и переливающейся струи, определить ширину отверстия.

Порядок выполнения задания: определить расход воды через водослив с тонкой стенкой и прямоугольным отверстием, без бокового сжатия.

Дано: высота порога со стороны верхнего бьефа  $P_{вб}$ ; ширина отверстия  $b$ ; напор  $H$ ; глубина потока в нижнем бьефе  $h_{нб1}$  и  $h_{нб2}$ .

**Исходные данные к заданию**

| Исходные данные                                    | Номера вариантов |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |
|--|------------------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|
|  | 1                | 2   | 3    | 4   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9    | 10  | 11   |
| Высота порога со стороны верхн. бьефа $P_{вб}$ , м | 0,4              | 0,8 | 0,6  | 0,5 | 0,5  | 0,7  | 0,7 | 0,45 | 0,75 | 0,9 | 0,65 |
| Высота порога со стороны нижн. бьефа $P_{нб}$ , м  | 0,5              | 1   | 0,8  | 0,6 | 0,65 | 0,85 | 0,9 | 0,6  | 0,95 | 1,1 | 0,8  |
| Ширина отверстия $b$ , м                           | 1                | 1,5 | 1,4  | 1,2 | 2    | 1,8  | 1,5 | 1,6  | 1,9  | 1,2 | 1,7  |
| Напор $H$ , м                                      | 0,2              | 0,7 | 0,6  | 0,5 | 0,4  | 0,6  | 0,4 | 0,3  | 0,5  | 0,6 | 0,4  |
| Глубина потока в нижн. бьефе $h_{нб1}$ , м         | 0,3              | 0,6 | 0,5  | 0,4 | 0,4  | 0,6  | 0,7 | 0,5  | 0,8  | 0,8 | 0,6  |
| Глубина потока в нижн. бьефе $h_{нб2}$ , м         | 0,6              | 1,5 | 1,25 | 0,9 | 0,8  | 1,2  | 1   | 0,85 | 1,2  | 1,4 | 0,95 |

Для безвакуумного водослива практического профиля начертить профиль водослива и переливающейся струи по данным таблицы Кригера-Офицера и определить ширину отверстия  $b$ .

Дано: расход воды  $Q$ ; напор  $H$ ; высота порога  $P_{вб} = P_{нб}$ ; ширина потока в верхнем бьефе  $B$ ; глубина потока в нижнем бьефе  $h_{нб1}$  и  $h_{нб2}$ . Водослив имеет один пролет и устои с закругленными входными ребрами.

**Исходные данные к заданию**

| Исходные данные                            | Номера вариантов |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |
|--|------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|  | 1                | 2   | 3   | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | 10  | 11  | 12  |
| Расход воды $Q$ , м <sup>3</sup> /с        | 50               | 50  | 96  | 98 | 42  | 85  | 90  | 32  | 80 | 60  | 50  | 70  |
| Напор $H$ , м                              | 1,1              | 1,5 | 2   | 3  | 1,3 | 2,5 | 1,8 | 0,8 | 3  | 1,5 | 2   | 2   |
| Высота порога $P_{вб}=P_{нб}$ , м          | 3                | 3   | 6   | 5  | 3   | 3,5 | 2,1 | 2,7 | 5  | 4   | 4   | 4   |
| Ширина потока в верхн. бьефе $B$ , м       | 30               | 25  | 25  | 30 | 20  | 25  | 40  | 30  | 25 | 30  | 25  | 30  |
| Глубина потока в нижн. бьефе $h_{нб1}$ , м | 2                | 1   | 2   | 3  | 2   | 2,5 | 1,6 | 1,2 | 4  | 2   | 2   | 2,1 |
| Глубина потока в нижн. бьефе $h_{нб2}$ , м | 3,6              | 4   | 7,5 | 7  | 3,7 | 5,3 | 3,2 | 3   | 7  | 5   | 5,5 | 5,2 |

Результат выполнения задания: определен расход воды через водослив с тонкой стенкой и прямоугольным отверстием, без бокового сжатия. Для безвакуумного водослива практического профиля начерчен профиль водослива и переливающейся струи, определена ширина отверстия.

**Практическая работа № 4.**

Движение грунтовых вод.

Цель задания: определить удельный расход грунтового потока и построить линию депрессии для случая фильтрации воды из озера в реку.

Порядок выполнения задания: определить удельный расход грунтового потока и построить линию депрессии для случая фильтрации воды из озера в реку.

Дано: расстояние между урезами воды озера и реки  $L$ ; уклон водоупора (к реке)  $I_0$ ; коэффициент фильтрации грунта  $k$ ; глубина грунтового потока при выходе из озера  $h_1$ ; глубина грунтового потока у реки  $h_2$ .

Вычисление расстояний  $l_i$  удобно вести в таблицах следующей формы:

а) для кривой подпора:

|       |                   |                   |             |             |                               |                                  |                                      |       |
|-------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|
| $h_0$ | $\frac{h_i}{h_0}$ | $\frac{h_1}{h_0}$ | $h_i - h_0$ | $h_1 - h_0$ | $\frac{h_i - h_0}{h_1 - h_0}$ | $lg \frac{h_i - h_0}{h_1 - h_0}$ | $2,3 lg \frac{h_i - h_0}{h_1 - h_0}$ | $l_i$ |
|       |                   |                   |             |             |                               |                                  |                                      |       |

б) для кривой спада:

|       |                   |                   |             |             |                               |                                  |                                      |       |
|-------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|
| $h_0$ | $\frac{h_i}{h_0}$ | $\frac{h_1}{h_0}$ | $h_0 - h_i$ | $h_0 - h_1$ | $\frac{h_0 - h_i}{h_0 - h_1}$ | $lg \frac{h_0 - h_i}{h_0 - h_1}$ | $2,3 lg \frac{h_0 - h_i}{h_0 - h_1}$ | $l_i$ |
|       |                   |                   |             |             |                               |                                  |                                      |       |

Для построения линии депрессии берут 4-5 промежуточных глубин. Вычисление расстояния  $l_i$  следует сделать и для глубины  $h_2$  (у реки), оно должно быть равно заданному значению  $L$ . После определения всех расстояний  $l_i$  выполняют построение линии депрессии на чертеже. При этом необходимо правильно провести линию водоупора, соблюдая заданный уклон. Масштаб чертежа берут: горизонтальный – в см – 50 м, вертикальный – в см – 1 м.

**Исходные данные к заданию**

| Исходные данные | Номера вариантов |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-----------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                 | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

|   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Расст. между урезом озера и реки L, м               | 700   | 500   | 750   | 800   | 650   | 600   | 850   | 700   | 550   | 900   | 480   | 850   |
| Уклон водоупора $I_0$                               | 0,005 | 0,008 | 0,004 | 0,005 | 0,007 | 0,007 | 0,005 | 0,008 | 0,006 | 0,006 | 0,008 | 0,006 |
| Коэф. фильтрации грунта k, см/с                     | 0,005 | 0,005 | 0,003 | 0,006 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,004 | 0,006 |
| Глубина грунт. потока при выходе из озера $h_1$ , м | 1,3   | 4     | 1,2   | 3,9   | 1,5   | 4,1   | 1,25  | 4,8   | 1,35  | 5     | 1,2   | 3,8   |
| Глубина потока у реки $h_2$ , м                     | 4,1   | 2,1   | 3,6   | 1,2   | 5     | 1,4   | 4,5   | 1,55  | 3,5   | 1,9   | 2,85  | 1,65  |

Результат выполнения задания: определен удельный расход грунтового потока и построена линии депрессии для случая фильтрации воды из озера в реку.

### Практическая работа № 5.

Удельная энергия сечения потока

Цель задания: построить кривую удельной энергии сечения потока для трапецидального канала, определить критическую глубину, критический уклон, критические значения площади живого сечения, ширины по верху, смоченного периметра, гидравлического радиуса и коэффициента Шези.

Порядок выполнения задания: Построить кривую удельной энергии сечения потока  $\mathcal{E} = f(h)$  и кривую  $\frac{\alpha \vartheta^2}{2g} = f(h)$  для трапецидального канала, определить критическую глубину  $h_k$ , критический уклон  $I_k$ , а также критические значения площади живого сечения, ширины по верху, смоченного периметра, гидравлического радиуса и коэффициента Шези.

Дано: расход воды Q, ширина по дну b; коэффициент откоса m; коэффициент шероховатости n; коэффициент Кориолиса  $\alpha$ .

Построить кривую удельной энергии сечения потока. Задаваясь значениями глубины h вычисляют по формуле соответствующие значения  $\mathcal{E}$ . Вычисления ведут в таблице:

| h, м | $\omega$ , м <sup>2</sup> | $\vartheta = \frac{Q}{\omega}$ , м/с | $\vartheta^2$ | $\frac{\alpha \vartheta^2}{2g}$ , м | $\mathcal{E}$ , м |
|------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------|
|      |                           |                                      |               |                                     |                   |
|      |                           |                                      |               |                                     |                   |

#### Исходные данные для задания

| Исходные данные             | Номер вариантов |      |       |       |      |      |       |       |      |       |      |
|-----------------------------|-----------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|
|                             | 1               | 2    | 3     | 4     | 5    | 6    | 7     | 8     | 9    | 10    | 11   |
| Расход Q, м <sup>3</sup> /с | 25              | 45   | 55    | 15    | 65   | 75   | 70    | 12    | 8    | 90    | 40   |
| Ширина по дну b, м          | 7               | 8    | 9     | 4     | 10   | 12   | 15    | 4     | 2    | 20    | 8    |
| Коэф. откоса, m             | 1               | 2    | 2,5   | 1     | 2    | 2,5  | 1,5   | 0,75  | 3    | 1     | 1,5  |
| Коэф. шерохова Тостип       | 0,017           | 0,02 | 0,025 | 0,017 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,017 | 0,02 | 0,025 | 0,02 |
| Коэф. Кориолиса $\alpha$    | 1,1             | 1,2  | 1,1   | 1,2   | 1,2  | 1,1  | 1,1   | 1,2   | 1,2  | 1,1   | 1,1  |

Результат выполнения задания: выполнены необходимые расчеты по вычислению удельной энергии сечения потока.

#### Критерии оценки (в баллах):

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>10 баллов</b> | выставляется студенту, если при выполнении практической работы нет ошибок.                       |
| <b>9 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы допущена 1 незначительная ошибка. |
| <b>8 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы допущены 2 незначительные ошибки. |
| <b>7 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы                                   |

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | <i>допущены 3 незначительные ошибки.</i>  |
| <b>6 баллов</b> | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы заметны пробелы в теоретических знаниях.</i>  |
| <b>5 баллов</b> | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 1 значительная ошибка.</i> |
| <b>4 балла</b>  | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 2 значительные ошибки.</i> |
| <b>3 балла</b>  | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 3 значительные ошибки.</i> |
| <b>2 балла</b>  | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание и при решении допущены 1 грубая ошибка.</i>         |
| <b>1 балл</b>   | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание и при решении допущены 2 грубые ошибки.</i>         |

### 8 семестр

#### Практическая работа № 1.

Равномерное движение воды в открытых руслах

Цель задания: по формулам равномерного движения произвести гидравлический расчет каналов, выполнить чертежи.

Порядок выполнения задания: определить расход воды  $Q$  и среднюю скорость течения воды в канале  $v$ , если заданы: уклон дна, коэффициент откоса, ширина по дну, глубина воды и коэффициент шероховатости.

#### Исходные данные

| Исходные данные        | Номер вариантов |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | 1               | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |
| Уклон $I$              | 0,0002          | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0003 |
| Кэф. откоса, $m$       | 1,5             | 2,0    | 1,0    | 2,5    | 3,0    | 0,75   | 2,5    | 2,5    | 2,0    | 0      | 1,5    |
| Ширина $b$ , м         | 6,0             | 8,0    | 10,0   | 7,0    | 5,0    | 9,0    | 6,0    | 6,0    | 8,0    | 7,0    | 6,0    |
| Глубина $h$ , м        | 2,4             | 2,5    | 3,3    | 2,5    | 2,0    | 2,7    | 3,0    | 2,8    | 3,1    | 2,6    | 1,8    |
| Кэф. шероховатости $n$ | 0,02            | 0,02   | 0,017  | 0,03   | 0,03   | 0,017  | 0,025  | 0,025  | 0,02   | 0,017  | 0,03   |

Определить уклон дна канала, необходимый для пропуска расхода  $Q$  при глубине наполнения  $h$ , ширине по дну  $b$ , коэффициенте откоса  $m$  и коэффициенте шероховатости  $n$ .

#### Исходные данные

| Исходные данные        | Номер вариантов |       |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-----------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 1               | 2     | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
| Расход $Q$ , $m^3/c$   | 20              | 30    | 25   | 42   | 32   | 28    | 48    | 52    | 55    | 22    | 40    |
| Глубина $h$ , м        | 1,5             | 2,0   | 2,1  | 2,8  | 2,2  | 2,0   | 3,0   | 3,0   | 3,2   | 1,8   | 3,0   |
| Ширина $b$ , м         | 5,0             | 6,0   | 6,0  | 8,0  | 6,5  | 5,8   | 8,0   | 8,3   | 9,0   | 6,0   | 9,0   |
| Кэф. откоса, $m$       | 0,75            | 1,0   | 1,5  | 1,5  | 2,0  | 2,5   | 1,0   | 0,75  | 1,5   | 3,0   | 2,0   |
| Кэф. шероховатости $n$ | 0,017           | 0,017 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,017 | 0,017 | 0,025 | 0,025 | 0,017 |

Результат выполнения задания: произведен гидравлический расчет каналов по формулам равномерного движения.

#### Практическая работа № 2.

Гидравлический расчет речных русел

Цель задания: произвести гидравлический расчет речных русел, выполнить чертежи.

Порядок выполнения задания: определить расход паводка в равнинной реке по меткам уровня воды на местности. Русло реки прямолинейное, песчаное, незаросшее. По поперечному профилю определено: 1) площадь живого сечения в пределах русла  $\omega_r$ , средняя глубина  $h_r$ ; 2) площадь живого сечения в пределах поймы  $\omega_n$ , средняя глубина на пойме  $h_n$ . Пойма односторонняя.

Уклон водной поверхности определен путем нивелирования меток паводка на берегах.

#### Исходные данные

| Исходные данные  | Номер вариантов   |        |        |                |        |        |                     |        |        |                   |        |
|--|-------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|-------------------|--------|
|  | 1                 | 2      | 3      | 4              | 5      | 6      | 7                   | 8      | 9      | 10                | 11     |
| Площадь живого сечения русла $\omega_p$ , м <sup>2</sup>   | 550               | 430    | 200    | 480            | 220    | 350    | 270                 | 250    | 450    | 380               | 320    |
| Площадь живого сечения поймы $\omega_{п}$ , м <sup>2</sup> | 1200              | 850    | 620    | 980            | 700    | 480    | 610                 | 500    | 750    | 720               | 680    |
| Глубина $h_p$ , м  | 5                 | 4,7    | 2,8    | 5              | 2,9    | 2,2    | 2,9                 | 2,4    | 4,2    | 3,5               | 3,1    |
| Высота $h_{п}$ , м   | 3,1               | 2,8    | 1,8    | 2,7            | 1,6    | 1,1    | 1,2                 | 1,5    | 2,6    | 2,4               | 1,7    |
| Уклон I  | 0,0002            | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002         | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002              | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002            | 0,0001 |
| Пойма  | незаросшая ровная |        |        | лесная таежная |        |        | покрыта кустарником |        |        | незаросшая ровная |        |

Результат выполнения задания: выполнен гидравлический расчет речных русел.

### Практическая работа № 3.

Неравномерное движение воды в открытых руслах

Цель задания: определить длину кривой подпора в канале трапецеидального сечения, отметку уровня воды в месте разделения русла и расходы воды в протоках.

Порядок выполнения задания: определить длину кривой подпора в канале трапецеидального сечения.

Дано: расход воды  $Q$ ; уклон дна канала  $I_0$ ; ширина по дну  $b$ ; коэффициент откоса  $m$ ; глубина у подпорного сооружения  $h$ , м; коэффициент шероховатости  $n$ ; коэффициент Кориолиса  $\alpha$ .

#### Исходные данные

| Исходные данные                           | Номер вариантов |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 1               | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |
| Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с            | 22              | 18     | 32     | 11     | 18     | 25     | 65     | 16     | 30     | 37     | 14     |
| Уклон дна $I_0$                           | 0,0003          | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0004 |
| Ширина по дну $b$ , м                     | 7,5             | 6      | 10     | 6      | 8      | 8      | 18     | 6      | 8      | 12     | 8      |
| Кэф. откоса, $m$                          | 0,75            | 1      | 2      | 3      | 1      | 1,5    | 1      | 1,5    | 1      | 2      | 1,5    |
| Глубина у подпорного сооружения $h_1$ , м | 4,6             | 3,5    | 4      | 3      | 3,8    | 4,5    | 5      | 4      | 3,5    | 4      | 3,5    |
| Кэф. шероховатости $n$                    | 0,017           | 0,02   | 0,02   | 0,03   | 0,017  | 0,02   | 0,017  | 0,02   | 0,017  | 0,02   | 0,02   |
| Кэф. Кориолиса $\alpha$                   | 1,1             | 1      | 1      | 1,1    | 1,1    | 1,2    | 1,2    | 1,1    | 1,1    | 1,2    | 1,1    |

Определить отметку уровня воды в месте разделения русла и расходы воды в протоках.

Дано: отметка уровня воды на водомерном посту; расход воды в реке; длины протоков; средние ширины протоков; коэффициенты шероховатости протоков.

Определить значения расходных характеристик протоков:

$$\bar{K}_л = \bar{C}_л \bar{\omega}_л \sqrt{\bar{h}_л}, \quad \bar{K}_пр = \bar{C}_пр \bar{\omega}_пр \sqrt{\bar{h}_пр}$$

Определить общее значение расходной характеристики:

$$\bar{K}_{общ} = \bar{K}_л + \bar{K}_пр \sqrt{\frac{l_л}{l_пр}}$$

Определить падения уровня воды между начальным и конечным створами:

$$\Delta = \frac{Q^2}{\bar{K}_{общ}^2} l_л$$

Определить отметки уровня воды в начальном створе:

$$Z_н = Z_к + \Delta$$

Определить расходы воды в протоках.

$$\text{Левый проток } Q_л = \sqrt{\frac{\Delta}{l_л}} \bar{K}_л \quad \text{Правый проток } Q_пр = \sqrt{\frac{\Delta}{l_пр}} \bar{K}_пр$$



### Исходные данные

| Исходные данные           | Номер вариантов |        |        |        |       |       |       |        |       |       |       |
|---------------------------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                           | 1               | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8      | 9     | 10    | 11    |
| $Z_k, \text{ м}$          | 58,31           | 101,25 | 185,65 | 166,05 | 121,1 | 91,35 | 61,3  | 181,71 | 111,5 | 68,36 | 72,15 |
| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | 310             | 580    | 160    | 240    | 180   | 350   | 250   | 450    | 520   | 390   | 420   |
| $l_{л}, \text{ м}$        | 820             | 1020   | 420    | 500    | 380   | 950   | 280   | 510    | 450   | 850   | 640   |
| $l_{пр}, \text{ м}$       | 730             | 1500   | 350    | 420    | 560   | 610   | 370   | 250    | 710   | 1020  | 840   |
| $\bar{B}_{л}, \text{ м}$  | 80              | 210    | 45     | 80     | 110   | 70    | 110   | 80     | 180   | 130   | 170   |
| $\bar{B}_{пр}, \text{ м}$ | 150             | 180    | 70     | 150    | 60    | 120   | 50    | 160    | 60    | 80    | 120   |
| $h_{л}, \text{ м}$        | 1,6             | 2,8    | 1,2    | 1,4    | 1,8   | 1,2   | 2,5   | 1,5    | 2,5   | 1,8   | 2,5   |
| $h_{пр}, \text{ м}$       | 2,5             | 1,8    | 2,6    | 3      | 1,1   | 2,9   | 1,3   | 3,1    | 1,7   | 0,9   | 1,5   |
| $n_{л}$                   | 0,04            | 0,04   | 0,05   | 0,04   | 0,025 | 0,05  | 0,065 | 0,067  | 0,04  | 0,025 | 0,04  |
| $n_{пр}$                  | 0,05            | 0,06   | 0,025  | 0,06   | 0,03  | 0,06  | 0,035 | 0,05   | 0,08  | 0,05  | 0,05  |

Результат выполнения задания: определены длина кривой подпора в канале трапециевидального сечения, отметка уровня воды в месте разделения русла и расходы воды в протоках.

#### Практическая работа № 4.

Гидравлический прыжок

Цель задания: для канала с прямоугольным поперечным сечением построить график прыжковой функции и удельной энергии сечения, определить сопряженную глубину  $h_2$ , критическую глубину  $h_k$ , минимальное значение прыжковой функции  $\Pi(h)_{\text{мин.}}$ , длину прыжка  $l_{п}$  и потерю удельной энергии в прыжке.

Порядок выполнения задания: для канала с прямоугольным поперечным сечением построить график прыжковой функции и удельной энергии сечения, определить сопряженную глубину  $h_2$ , критическую глубину  $h_k$ , минимальное значение прыжковой функции  $\Pi(h)_{\text{мин.}}$ , длину прыжка  $l_{п}$  и потерю удельной энергии в прыжке  $\Delta E$ .

Дано: расход воды; ширина канала  $b$ ; глубина потока перед прыжком  $h_1$ .

#### Исходные данные к задаче

| Исходные данные                               | Номера вариантов |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| Расход воды $Q, \text{ м}^3/\text{с}$         | 21               | 7   | 9   | 18  | 11  | 23  | 12  | 6   | 15  | 8   | 17  |
| Ширина канала $b, \text{ м}$                  | 7                | 4   | 4   | 7   | 6   | 8   | 5   | 3   | 5   | 4   | 6   |
| Глубина потока перед прыжком $h_1, \text{ м}$ | 0,5              | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,6 |

Результат выполнения задания: построен график прыжковой функции, определены необходимые параметры.

#### Критерии оценки (в баллах):

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>10 баллов</b> | выставляется студенту, если при выполнении практической работы нет ошибок.   |
| <b>9 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы допущена 1 незначительная ошибка.   |
| <b>8 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы допущены 2 незначительные ошибки.   |
| <b>7 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы допущены 3 незначительные ошибки.   |
| <b>6 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы заметны пробелы в теоретических знаниях.  |
| <b>5 баллов</b>  | выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 1 значительная ошибка. |
| <b>4 балла</b>   | выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 2 значительные ошибки. |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>3 балла</u></b> | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание или при решении допущены 3 значительные ошибки.</i> |
| <b><u>2 балла</u></b> | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание и при решении допущены 1 грубая ошибка.</i>         |
| <b><u>1 балл</u></b>  | <i>выставляется студенту, если при выполнении практической работы студент не полностью выполнил задание и при решении допущены 2 грубые ошибки.</i>         |

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 7 семестр

Контрольная работа в 1 варианте в виде развернутых ответов на вопросы. Каждый ответ на тестовый вопрос оценивается в 5 баллов, согласно рейтинг-плану. В первом и втором модулях в контрольной работе по 5 вопросов.

### Примеры контрольных работ

#### Модуль 1.

#### Вопросы рубежного контроля.

1. Предмет гидравлики.
2. Методы гидравлики.
3. Физические свойства жидкостей.
4. Силы, действующие в жидкостях.
5. Гидравлические характеристики потока.

#### Модуль 2.

#### Вопросы рубежного контроля.

1. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
2. Удельная энергия потока.
3. Формула Дарси – Вейсбаха.
4. Критический уклон.
5. Уравнение Сен – Венана.

### ***Критерии оценки (в баллах):***

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b><u>5 баллов</u></b> | <i>выставляется студенту в случае полного ответа варианта контрольной работы, с демонстрацией глубокого знания материала темы вопроса с применением специальной терминологии, грамотного изложения материала оформленного в соответствии с требованиями.</i> |
| <b><u>4 балла</u></b>  | <i>выставляется студенту в случае полного ответа варианта контрольной работы, с демонстрацией глубокого знания материала темы вопроса, но с некоторыми неточностями в использовании специальной терминологии.</i>  |
| <b><u>3 балла</u></b>  | <i>выставляется студенту за поверхностный ответ, неумение владеть специальной терминологией.</i>   |
| <b><u>2 балла</u></b>  | <i>ставится студенту, не давшему ответ на вопрос контрольной работы, не владеющему терминологией по дисциплине.</i>  |
| <b><u>1 балл</u></b>   | <i>ставится студенту, не давшему ответ на вопрос контрольной работы, не владеющему терминологией по дисциплине.</i>  |

### 8 семестр

Контрольная работа в 1 варианте в виде развернутых ответов на вопросы. Каждый ответ на тестовый вопрос оценивается в 3 балла, согласно рейтинг-плану. В первом и втором модулях в контрольной работе по 5 вопросов.

### Примеры контрольных работ

## Модуль 1. Вопросы рубежного контроля.

1. Дать определение основным понятиям речной гидравлики.
2. Дать определение понятиям «равномерное и неравномерное движение жидкости, установившееся и неустановившееся движение жидкости».
3. Дать определение понятиям «гидравлический радиус, смоченный периметр».
4. Написать формулу Шези.
5. Расчёт кратности разбавления методами Фролова-Родзиллера и Лапшева.

## Модуль 2. Вопросы рубежного контроля.

1. Написать систему уравнений Сен-Венана, указать единицы размерности параметров уравнения.
2. Описать алгоритм построения кривой расхода воды по данным инженерных изысканий.
3. Написать трёхмерное уравнение турбулентной диффузии в декартовых координатах.
4. Написать двумерное уравнение установившейся турбулентной диффузии в форме конечных разностей.
5. Написать формулу Шамова для определения расхода влекомых наносов, указать единицы размерности параметров уравнения.

### **Критерии оценки (в баллах):**

|                |  |
|----------------|--|
| <b>3 балла</b> | <i>выставляется студенту в случае полного ответа варианта контрольной работы, с демонстрацией глубокого знания материала темы вопроса с применением специальной терминологии, грамотного изложения материала оформленного в соответствии с требованиями.</i> |
| <b>2 балла</b> | <i>выставляется студенту за поверхностный ответ, неумение владеть специальной терминологией.</i>   |
| <b>1 балл</b>  | <i>ставится студенту, не давшему ответ на вопрос контрольной работы, не владеющему терминологией по дисциплине.</i>  |

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Крестин Е.А. Гидравлика: курс лекций. - Самара: СГАСУ, 2014. - 189 с. - Доступ через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online». - <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256108&sr=1>>.
2. Малашкина В.А. Гидравлика. Учебное пособие /Малашкина В.А. - М.: Московский государственный горный университет, 2012. - 103с. - Доступ через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online". - <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/99675/>>.

#### Дополнительная литература:

1. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Гидравлика» для студентов-бакалавров 4 курса направления «Гидрометеорология» [Электронный ресурс] / Башкирский государственный университет; сост. И.Ю. Лешан. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. - <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Leshan\\_sost\\_Gidravlika\\_mu\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Leshan_sost_Gidravlika_mu_2017.pdf)>.
2. Общая и речная гидравлика. Ч.1: сборник описаний практических работ для студентов-бакалавров 4 курса «Гидрометеорология» / Башкирский государственный университет;

составитель И.Ю. Лешан. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2020. – Электронная версия печатной публикации. <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/LeshanIU\\_sost\\_Obshja\\_i\\_rech.gidravlika\\_mu\\_Ch1\\_2020.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/LeshanIU_sost_Obshja_i_rech.gidravlika_mu_Ch1_2020.pdf)>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - [elibrary.ru](http://elibrary.ru) (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science - <http://www.gpntb.ru>

### Программное обеспечение:

1. ГИС MapInfoProfessional 11.0 для Windows (русская версия) Договор №263 от 7.12.2012 г.
2. ГИС MapInfoProfessional 12.0 (США) – лицензионный договор № 1147/2014 – У/206 от 18 сентября 2014 года (9 ключей)
3. ГИС «ИнГео» (Россия) - лицензия № 0914-03 от 19 сентября 2014 года для образовательных организаций, количество рабочих станций – не ограничено.
4. Права на программы для ЭВМ обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа   |
|---|--|--|
| <p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 808И (гуманитарный корпус), аудитория № 809И (гуманитарный корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 721И (гуманитарный корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория</b></p> | <p><b>Аудитория № 808И</b><br/>Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор BenQMX511(DLP.XGA.2700 ANSI.High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B 570 15.6» Inte Corei 32350M 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo формат 183*244см</p> <p><b>Аудитория № 809И</b><br/>Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор BenQMX511(DLP.XGA.2700 ANSI.High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B 570 15.6» Inte Corei 32350M 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo формат 183*244см</p> <p><b>Аудитория № 721И</b><br/>Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор BenQMX511(DLP.XGA.2700 ANSI.High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B 570 15.6» Inte Corei</p> | <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 721И (гуманитарный корпус), аудитория № 713 (гуманитарный корпус), аудитория № 807И (гуманитарный корпус).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 721И (гуманитарный корпус), аудитория № 713 (гуманитарный корпус), аудитория № 807И (гуманитарный корпус), аудитория № 709И Лаборатория ИТ (компьютерный класс) (гуманитарный корпус).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 704/1 (гуманитарный корпус); абонемент №8 (читальный зал) (ауд. 815И) (гуманитарный корпус)</p> <p><b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> № 820И (гуманитарный корпус).</p> | <p>32350М 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo формат 183*244см</p> <p><b>Аудитория № 713</b><br/>Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор BenQMX511(DLP.XGA.2700 ANSI.High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B 570 15.6» Inte Corei 32350М 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo формат 183*244см</p> <p><b>Аудитория № 807И</b><br/>Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор BenQMX511(DLP.XGA.2700 ANSI.High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B 570 15.6» Inte Corei 32350М 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo формат 183*244см</p> <p><b>Аудитория № 709И</b><br/><b>Лаборатория ИТ (компьютерный класс)</b><br/>Учебная мебель, доска, персональные компьютеры в комплекте № 1 iRUCorр 510 (13 шт.).</p> <p><b>Аудитория № 704/1</b><br/>Учебная мебель, доска, персональные компьютеры: процессор Thermaltake Intel Core 2 Duo, монитор Acer AL1916W, Window Vista, монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT, 8ms, 1280×1024, 250 кд/м, 1400:1,4:3 D-Sub), процессор InWin, Intel Core 2 Duo, монитор Flatron 700, процессор «Кламас», монитор Samsung MJ17 ASKN /EDC, процессор «Intel Inside Pentium 4», мышь и клавиатура.</p> <p><b>Абонемент №8 (читальный зал)</b><br/>Учебная мебель, компьютеры в сборе (системный блок Powercool\Ryzen 3 2200G (3.5)\ 8Gb\ A320M \HDD 1Тб\ DVD-RW\450W\ Win10 Pro\ Кл-раUSB\ МышьUSB\ LCDМонитор 21,5"- 3 шт.)</p> <p><b>Помещение № 820И</b><br/>Учебно-наглядные пособия, мультимедийный проектор BenQ MX511 DLP XGA 2700 ANSI High Contrast Ratio 3000, ноутбук Lenovo Idea Pad B570 15.6 Intel Corei 32350М 4Gb, экран на штативе Screen Media Apollo - 183×244см</p> |  |
|--|---|--|

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТА НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Общая и речная гидравлика» на 7 семестре

очной формы обучения

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)  | 3 з.е. / 108 ч.         |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  |                         |
| лекций  | 18                      |
| практических/ семинарских   | 34                      |
| лабораторных  | -                       |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2                     |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы   | -                       |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 55,8                    |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы   | -                       |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (контроль)   | -                       |

Форма(ы) контроля:

экзамен       -       семестр  
зачет       7       семестр  
курсовая работа       -       семестр

| №<br>п<br>/<br>п    | Тема и содержание   | Форма изучения материалов: лекции,<br>практические занятия, семинарские<br>занятия, лабораторные работы,<br>самостоятельная работа и трудоемкость<br>(в часах) |           |          |             | Задания по самостоятельной<br>работе студентов  | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости    |
|---------------------|---|--|-----------|----------|-------------|---|---|
|                     |   | ЛК   | ПР/СЕМ    | ЛР       | СР          |   |   |
| 1                   | 2   | 3  | 4         | 5        | 6           | 8   | 9   |
| 1.                  | <b>Тема 1. Предмет и методы гидравлики.</b><br>Физические свойства жидкостей. Силы действующие в жидкости.  | 4  | -         |          | 10          | Подготовка к рубежным контрольным работам   | Контрольные работы                            |
| 2.                  | <b>Тема 2. Основы гидростатики.</b><br>Основные уравнения гидростатики. Закон сообщающихся сосудов. Закон Паскаля.<br><i>Практическая работа №1.</i><br><i>Основные уравнения гидростатики.</i>   | 4  | 6         |          | 12          | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам | Практические работы<br><br>Контрольные работы |
| 3.                  | <b>Тема 3. Гидравлические характеристики потоков.</b><br>Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.<br><i>Практическая работа №2.</i><br><i>Уравнение Бернулли.</i>   | 2  | 8         |          | 12          | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам | Практические работы<br><br>Контрольные работы |
| 4.                  | <b>Тема 4. Виды гидравлических сопротивлений.</b><br>Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора. Формула Дарси-Вейсбаха.<br><i>Практическая работа №3.</i><br><i>Водосливы.</i>  | 4  | 8         |          | 10          | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам | Практические работы<br><br>Контрольные работы |
| 5.                  | <b>Тема 5. Установившееся движение.</b><br>Установившееся движение жидкости в открытых руслах. Удельная энергия потока. Критический уклон.<br><i>Практическая работа №4.</i><br><i>Движение грунтовых вод.</i><br><i>Практическая работа №5.</i><br><i>Удельная энергия сечения потока.</i> | 4  | 12        |          | 11,8        | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам | Практические работы<br><br>Контрольные работы |
| <b>Всего часов:</b> |   | <b>18</b>  | <b>34</b> | <b>-</b> | <b>55,8</b> |   |   |

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТА НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины \_\_\_\_\_ «Общая и речная гидравлика» \_\_\_\_\_ на 8 семестре  
очной формы обучения

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)  | 3 з.е. / 108 ч.         |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  |                         |
| лекций  | 18                      |
| практических/ семинарских   | 34                      |
| лабораторных  | -                       |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,2                     |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы   | -                       |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 20                      |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы   | -                       |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (контроль)   | 34,8                    |

Форма(ы) контроля:

экзамен 8 семестр  
зачет - семестр  
курсовая работа - семестр



| №<br>п<br>/<br>п | Тема и содержание  | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) |        |    |    | Задания по самостоятельной работе студентов  | Форма текущего контроля успеваемости                         |
|------------------|--|--|--------|----|----|--|--|
|                  |  | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР | СР |  |  |
| 1                | 2  | 3  | 4      | 5  | 6  | 8  | 9  |
| 1                | <p><b>Тема 1. Основные понятия и определения в области речной гидравлики.</b><br/>           Основные понятия речной гидравлики. Гидростатическое давление и его свойства. Уравнения равновесия покоящейся жидкости. Напорное и безнапорное движение жидкости. Уравнение равномерного движения открытого потока. Применение уравнения равномерного движения к отдельным вертикалям речного потока. Уравнение неравномерного движения открытого потока. Основные уравнения неустановившегося движения воды в водотоках.<br/> <i>Практическая работа № 1.</i><br/> <i>Равномерное движение воды в открытых руслах.</i></p> | 4  | 8      |    | 4  | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам<br><br>Подготовка к экзамену | Практические работы<br><br>Контрольные работы<br><br>Экзамен |
| 2                | <p><b>Тема 2. Методы расчёта свободной поверхности и плана течений.</b><br/>           Методы построения кривых свободной поверхности речных потоков (А.Н.Рахманова, Н.Н. Павловского, Н.М. Бернадского). Поперечные циркуляции. План течений и его построение по данным измерений и расчётным способом.<br/> <i>Практическая работа №2.</i><br/> <i>Гидравлический расчет речных русел.</i></p>   | 4  | 10     |    | 4  | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам<br><br>Подготовка к экзамену | Практические работы<br><br>Контрольные работы<br><br>Экзамен |
| 3                | <p><b>Тема 3. Распространение растворов и тепла в потоках.</b><br/>           Уравнения турбулентной диффузии и турбулентной теплопроводности. Уравнение установившейся турбулентной диффузии в форме конечных разностей. Учёт начальных и граничных условий при расчёте диффузии. Расчёт кратности разбавления методами Фролова-Родзиллера и Лапшева.<br/> <i>Практическая работа № 3.</i><br/> <i>Неравномерное движение воды в открытых руслах.</i></p>   | 4  | 8      |    | 4  | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам<br><br>Подготовка к экзамену | Практические работы<br><br>Контрольные работы<br><br>Экзамен |
| 4                | <p><b>Тема 4. Взвешенные и влекомые наносы.</b><br/>           Общие сведения о речных наносах. Гидравлическая крупность. Начальная скорость донного влечения. Взвешивание наносов. Распределение мутности по вертикали. Транспортирующая способность потока. Баланс</p>   | 2  |        |    | 4  | Подготовка к рубежным контрольным работам<br><br>Подготовка к экзамену   | Контрольные работы<br><br>Экзамен                            |

|   |   |           |           |          |           |  |  |
|---|---|-----------|-----------|----------|-----------|--|--|
|   | наносов участка реки. Методы расчёта стока взвешенных и влекомых наносов.   |           |           |          |           |  |  |
| 5 | <p><b>Тема 5. Русловые процессы и деформации речных русел.</b><br/>         Типы русловых процессов. Устойчивость речных русел. Морфометрические соотношения. Критерии устойчивости речных русел. Расчёт деформаций русла при наличии данных о мутности потока. Оценка вертикальных деформаций речных русел. Оценка плановых деформаций речных русел.<br/> <i>Практическая работа № 4.</i><br/> <i>Гидравлический прыжок.</i></p> | 4         | 8         |          | 4         | Подготовка к защите практических работ<br><br>Подготовка к рубежным контрольным работам<br><br>Подготовка к экзамену | Практические работы<br><br>Контрольные работы<br><br>Экзамен |
|   | <b>Всего часов:</b>   | <b>18</b> | <b>34</b> | <b>-</b> | <b>20</b> |  |  |

