МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра гидрологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
_____ С.Ж. Вологжина
И.о. декана географического факультета
«20» марта 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.ОД.1 Механика жидкости и газа**
Б1.В.ОД.1.1 Кинематика жидкости и газа

Направление подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**

Тип образовательной программы **академический бакалавриат**

Направленность (профиль) подготовки **Метеорология**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Согласовано с УМК географического факультета
Протокол № 5 от «20» марта 2017 г.

Председатель _____
Аргучинцева А.В.

Рекомендовано кафедрой гидрологии и природопользования:
Протокол № 8 от «17» января 2017 г.

Зав. кафедрой _____
Аргучинцева А.В.

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины

2. Место дисциплины в структуре ООП

3. Требования к результатам освоения дисциплины

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

5.3 Разделы и темы дисциплины и виды занятий

6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов

6.1 План самостоятельной работы студентов

6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

б) дополнительная литература

в) программное обеспечение

г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

10. Образовательные технологии

11. Оценочные средства (ОС)

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель - ознакомление студентов с теоретическими основами механики жидкости и газа, формирование у обучающихся естественнонаучного мышления, получение студентами знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин.

Задачи - обучение студентов применению фундаментальных законов природы (сохранение массы, энергии, импульса и др.) для установления основных закономерностей движения жидкостей и газа.

2. Место дисциплины в учебном плане и общая трудоёмкость

Дисциплина «Механика жидкости и газа», частности её раздел «Кинематика жидкости и газа» относится к математическому и естественно-научному циклу Б1 ООП по направлению подготовки «Гидрометеорология». Для полного усвоения учебного материала по разделу «Кинематика жидкости и газа» студентам необходимо иметь базовые знания по математике и физике.

Раздел «Кинематика жидкости и газа» является фундаментальным для изучения других курсов: Геофизическая гидродинамика, Динамическая метеорология, Численные методы анализа и прогноза погоды, Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды.

Раздел «Кинематика жидкости и газа» дисциплины «Механика жидкости и газа» изучается на третьем курсе после усвоения дисциплин физико-математического цикла. Общая трудоёмкость раздела «Кинематика жидкости и газа» дисциплины «Механика жидкости и газа» составляет 3 зачётные единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения раздела «Кинематика жидкости и газа» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик;

ПК-2 способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: методы исследования жидкости; характеристики потока; описание источников и стоков; уравнения неразрывности, состояния, на которых базируется теоретическое изучение гидромеханики; кинематику вихревого, безвихревого движений.

Уметь: исследовать движения жидкостей и газов физико-математическими методами;

Владеть: теоретическими основами механики жидкости и газа.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы– ***3 зачетные единицы***

Вид учебной работы	***Всего часов***	***Год обучения***			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	12	12			
в том числе:					
Лекции	6	6			
Практические занятия (ПЗ)	6	6			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	85	85			
В том числе:					

Контрольные работы	2	2			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
Другие виды самостоятельной работы					
1) Самостоятельные работы студентов (задаваемые на дом)	4	4			
2) Самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины с последующим обсуждением наиболее сложных моментов со студентами и преподавателем	79	79			
Расчётные работы					
КСР	2	2			
Контроль	9	9			
Вид промежуточной аттестации (зачет)					
(экзамен)	экзамен	экзамен			
Контактная работа (всего)	20	20			
Общая трудоемкость часы	108	108			
зачётные единицы	3	3			

5. Содержание дисциплины:

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины. Все разделы и темы нумеруются

Раздел I. Введение

1. Механика жидкости и газа – один из разделов теоретической механики. Основные положения, изучаемые в каждом разделе. Место в ряду естественных наук. Главные задачи, решаемые в каждом разделе механики, области их применения.

2. Основные разделы: кинематика, статика, динамика. Механика жидкости и газа - научный фундамент метеорологии, гидрологии и природопользования Достижения мировой науки и роль отечественных ученых.

Раздел II. КИНЕМАТИКА

1. Понятия о сплошной среде. Жидкая частица (элементарный объем). Плотность. Общность и различия между капельной жидкостью и газом. Жидкости сжимаемые и несжимаемые. Скалярные и векторные величины. Градиент скалярной величины.

2. Два основных метода описания движения жидкости - Лагранжа и Эйлера. Субстанциональная производная, ее разложение на локальную и конвективную составляющие.

3. Траектории и линии тока, их дифференциальные уравнения.

Установившееся движение. Трубка тока. Струя. Демонстрационные примеры.

4. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция. Формула Остроградского-Гаусса в векторном виде. Вывод уравнения неразрывности. Частные виды уравнения неразрывности. Гидравлическое уравнение неразрывности.

5. Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру. Вихрь скорости. Теорема Стокса в векторной форме. Связь между ротором вектора скорости и угловой скоростью вращения твердого тела.

6. Теорема Коши-Гельмгольца (I-я теорема Гельмгольца) о движении жидкой частицы. Скорость деформации. Физический смысл составляющих тензора деформаций: деформации растяжения, сжатия, сдвига.

7. Вихревое движение жидкости. Вихревая линия и ее дифференциальное уравнение. Вихревая трубка. 2-я теорема Гельмгольца (о постоянстве потока вихря скорости через произвольное сечение вихревой трубки). Интенсивность вихревой трубки. Теорема Стокса о связи интенсивности вихревой трубки с циркуляцией по замкнутому контуру, расположенному на поверхности трубки.

8. Безвихревое движение. Потенциал скорости. Уравнение неразрывности для потенциального движения.
9. Плоскопараллельное движение несжимаемой жидкости. Функция тока. Безвихревое плоскопараллельное движение. Связь потенциала скорости с функцией тока, и геометрическая интерпретация этой связи. Потенциалы скоростей и функций тока простейших потоков.
10. Натуральная система координат. Дивергенция и вихрь скорости в натуральной системе координат.
11. Применение теории функции комплексного переменного для изучения плоскопараллельного движения.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	*Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин*	*№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин*								
Б1.В.ОД.2	Геофизическая гидродинамика	II(1)	II(4)	II(6)	II(7)	II(10)	II(11)			
Б1.В.ОД.3	Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды	I(1)	II(1)	II(2)	II(10)	II(11)				
Б1.В.ОД.6	Динамическая метеорология	I(1)	II(1)	II(2)	II(6)	II(7)	II(8)	II(10)	II(11)	
Б1.В.ОД.10	Численные методы анализа и прогноза погоды	I(2)	II(1)	II(2)	II(3)	II(5)	II(8)	II(9)	II(10)	II(11)

5.3 Разделы (модули), темы дисциплин и виды занятий

	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ	Семин.	Лаб.	СРС	Всего
	I	1					3	3
		2					4	4
	II	1	1				6	7
		2		1			6	7
		3		1			6	7
		4	1	1			6	8
		5	1	1			6	8
		6	1	1			6	8
		7					7	7
		8	1				7	8
		9	1				7	8
		10					7	7
		11		1			8	9
Контрольная работа в аудитории по разделу «Кинематика жидкости и газа»							2	2

Самостоятельная работа на дом							4	4
	Всего:		6	6				
	КСР-2 ч							**2**
	Контроль							**9**
	ИТОГО		**6**	**6**			**85**	**108**

6. Перечень семинарских, практических занятий лабораторных работ

№ п/п	***№ раздела и темы дисциплины***	***Наименование семинаров, практических и лабораторных работ***	***Трудоемкость (часы)***	***Оценочные средства***	***Формируемые компетенции***
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1.	II(2)	Действия с векторными величинами. Градиенты скалярных величин. Два основных метода описания движения жидкости	1	Оценка в баллах	ОПК-1 ПК-2
2.	II(3)	Решение задач: траектории и линии тока	1	Оценка в баллах	ОПК-1 ПК-2
3.	II(4)	Решение задач: поток векторного поля через поверхность	1	Оценка в баллах	ОПК-1 ПК-2
4.	II(5)	Решение задач: циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру	1	Оценка в баллах	ОПК-1 ПК-2
5.	II(6)	Решение задач: теорема Коши-Гельмгольца	1	Оценка в баллах	ОПК-1 ПК-2
6.	II(11)	Решение задач: применение теории функции комплексного переменного для изучения плоскопараллельного движения	1	Оценка в баллах	ПК-2
	Итого:		6 час		

6.1 План самостоятельной работы студентов

№ /№	Тема	Вид самостоятельной работы и проверка задания	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	**I(1)**	Беседа о предназначении дисциплины «Механика жидкости и газа», её необходимость, связь с другими науками и дисциплинами. Основные положения, изучаемые в каждом разделе. Место в ряду естественных наук. Главные задачи, решаемые в каждом разделе механики, области их применения.	[1,2-о], [3-д]	3
2	**I(2)**	Основные разделы: кинематика, статика, динамика. Механика жидкости и газа - научный фундамент метеорологии, гидрологии и природопользования Достижения мировой науки	[1,2-о], [3-д]	4

		и роль отечественных ученых (беседа).		
3	**II(1)**	Беседа о видах жидкости: различия и общность между капельной жидкостью и газом. Примеры. Задачи самостоятельного выполнения на действия со скалярными и векторными величинами	[1,2-о], [3-д]	6
4	**II(2)**	Эссе на тему различных возможностей описания движения жидкости с примерами практического использования (с последующим обсуждением в аудитории)	[1,2,3-о], [1,2-д]	6
5	**II(3)**	Подготовка презентации по теме: траектории и линии тока с анализом полученных результатов.	[1,2-о], [1,2,5-д]	6
6	**II(4)**	Подготовка темы: уравнение неразрывности с последующим докладом студента о разновидностях уравнений и обсуждением необходимости их использования в том или ином виде	[1,2,3-о], [7,8-д]	6
7	**II(5)**	Эссе. Угловая скорость, возможности ее численного определения. Причины ее возникновения. Расчёт угловой скорости вращения Земли	[2-о], [1,2,6-д]	6
8	**II(6)**	Самостоятельная работа с литературой. Понятие о тензорах. Действия с ними.	[1,2,3-о], [1,2,6-д]	6
9	**II(7)**	Краткая презентация на тему: вихревые движения жидкости в природе. Описать причины образования смерчей, торнадо и др. а также бедствия, наносимые этими образованиями.	[3-о], [1,2,6-д]	7
10	**II(8)**	Самостоятельная работа над темой: потенциальное движение жидкости с последующим акцентированием внимания на наиболее характерных ошибках в интерпретации	[1,2-о], [1,8,9-д]	7
11	**II(9)**	Самостоятельная работа с литературой с целью выяснения необходимости использования функций тока	[3-о], [1,2,6-д]	7
12	**II(10)**	Эссе: необходимость представления данных в натуральной системе координат. Собеседование ведет назначенный студент в присутствии преподавателя	[1,2-о], [1,2-д]	7
13	**II(11)**	Домашняя подготовка: преимущества использования комплексного представления. Собеседование ведет назначенный студент в присутствии преподавателя	[1,2-о], [9-д]	8
14	Контрольная работа в аудитории «Кинематика»			2
15	Самостоятельная работа на дом			4
		Итого:		**85 ч**

Пояснения. В указанной литературе: о – основная, д – дополнительная.
Для самостоятельной работы рекомендуется использовать также
Реферативные журналы: Геофизика, Механика жидкости и газа и др.;

Периодические научные статьи в журналах: География и природные ресурсы, Оптика атмосферы и океана, География, Метеорология и гидрология, Известия Иркутского государственного университета (серия Науки о Земле) и др.

Электронные журналы (ежегодная подписка ИГУ): Геоинформатика, Известия РАН. Серия географическая, Известия РАН. Физика атмосферы и океана, Метеорология и гидрология.

6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (предварительная запись у дежурных в классе, все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки в 6-м корпусе и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институтов академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

7. Примерная тематика курсовых проектов (работ) при наличии – курсовых работ в учебном плане нет

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. **Аргучинцев В.К.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие / В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. – 125 с. (45 экз.)

2. **Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб.-метод. пособие / Иркутский гос. ун-т, Геогр. фак. ; сост.: В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 59 с.. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 61 : нф (1), геохим (60)

3. **Высоцкий**, Л. И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] / Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. - Москва : Лань", 2014. - 64 с. ; 21 см. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

б) дополнительная литература

1. **Лойцянский, Лев Герасимович** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 010500 "Механика" / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с. Имеются экземпляры в отделах: всего 15 : нф (1), геохим (14)

2. **Лойцянский, Лев Герасимович** Механика жидкости и газа [Текст] : учебник / Л. Г. Лойцянский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1973. - 847 с. Имеются экземпляры в отделах: всего 3 : нф (3)

3. **Белоцерковский, Олег Михайлович** Численное моделирование в механике сплошных сред [Текст] / О. Н. Белоцерковский. - М. : Наука, 1984. - 519 с. Имеются экземпляры в отделах: всего 2 : нф (2)

4. **Белоцерковский, Олег Михайлович** Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа / О. М. Белоцерковский, Ю. И. Хлопков. - М. : Азбука-2000, 2008. - 329 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 2 : нф (1), физмат (1)

5. **Седов, Леонид Иванович** Методы подобия и размерности в механике [Текст] / Л. И. Седов. - 9-е изд., перераб. - М. : Наука, 1981. - 447 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 2 : нф (2)

6. **Козлов, Леонид Михайлович** Теоретические исследования пограничного слоя [Текст] / Л. М. Козлов ; АН. УССР, Ин-т гидрологии. - Киев : Наук. думка, 1982. - 296 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 2 : нф (2)

7. **Газодинамика и теплообмен** [Текст] : межвуз. сб. / Н. Н. Поляков ; Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова; ред. Н. Н. Поляхов. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1968 - . - 20 см. **Вып. 7** : Движение сжимаемой жидкости и неоднородных сред. - 1982. - 259 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 2 : нф (2)

8. **Папуша Александр Николаевич** Механика сплошных сред [Текст] : учебник / А. Н. Папуша. - М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2011. - 686 с.
Имеются экземпляры в отделах: всего 1 : нф (1)

9. **Методы ускорения газодинамических** расчетов на неструктурированных сетках [Текст] / К. Н. Волков [и др.] ; ред. В. Н. Емельянов. - М. : Физматлит, 2013. - 535 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 1 : нф (1)

в) программное обеспечение

Пакеты прикладных программ: Microsoft Excel, Golden Software Surfer 7, CorelDRAW Graphics Suite 12, ГИС-Океан и др.

Пакеты авторских программ по расчетам полей течений жидкости и газа с учетом обтекания препятствий.

г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы

Интернет-источники: : https://isu.bibliotech.ru/

http://ibooks.ru, : http://elibrary.ru/, http://search.ebscohost.com, : http://www2.viniti.ru

lake.baikal.ru, www//isu6/library/index.htm

http://www.nature.com

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Интернет-источники: lake.baikal.ru, www//isu6/library/index.htm, электронная библиотека в компьютерных классах по паролю студента, электронная библиотека на кафедре.

Оборудование – три компьютерных класса на 33 посадочных мест, психрометры, барометры, термометры максимальные, анемометры, лазерный дальномер, высотомер электронный, буссоль, компасы, датчик влажности почвы, датчики температуры, балансомеры, пиранометр, автоматические метеостанции.

10. Образовательные технологии

Часть лекционных занятий сопровождается мультимедийными презентациями.

Проводятся численные эксперименты на персональных компьютерах.

Предусмотрены встречи с представителями российский структур по данному направлению подготовки (по договоренности), а также специалистами из-за рубежа.

Интерактивные занятия вида «студент-студент», «студент-преподаватель-студент», групповое обсуждение приведены в пункте 6.1.

11. Оценочные средства (ОС)

Цель самостоятельного задания.

а) вспомнить материал, который студенты проходили ранее в курсах других дисциплин и являющийся необходимым для продолжения курса лекций «Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды». Это вопросы - из математики, физики, метеорологии, гидрологии, климатологии и пр. В результате студенты на лекцию приходят подготовленными к восприятию нового материала;

б) Изучить один из предлагаемых разделов дисциплины самостоятельно. При недостаточном освещении – студенту возвращается задание на доработку с последующим собеседованием для выявления степени усвоения.

в) В начале каждой лекции проводится экспресс-опрос по пройденному материалу. Опрос затрагивает всех студентов без исключения. Заранее подготовленная схема позволяет экспресс-опрос проводить в течение не более 15 мин.

г) Для закрепления теоретического материала в компьютерном классе студенты в каждом семестре выполняют по одной контрольной работе.

Результаты самостоятельных работ и экспресс-опроса фиксируются в журнале преподавателя и в электронном виде, что является основанием для отслеживания успеваемости студентов.

Положительное выполнение пунктов перечисленных выше пунктов – необходимое условие для допуска к экзамену на III курсе.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

- **<u>Демонстрационные варианты:</u>**

Задание 1. Скорость жидкого потока $\vec{V} = x^2\vec{i} + y^2\vec{j} + z^2\vec{k}$. Определить:
а) вектор ускорения этого потока;
б) уравнения линий тока и траектории, проходящие через точку А(2,4,8);
в) является ли поток потенциальным.

Задание 2. Движение жидкости описывается потенциалом скоростей

$$\varphi = \ln\left(x^2 + y^2\right)^{1/2}.$$

Найти: а) вектор скорости и его модуль; б) функцию тока.

- **Вопросы для собеседования и коллоквиумов:**

Примеры сжимаемых и несжимаемых жидкостей. Когда жидкость однородна?
Жидкая частица – что это.
В чем общность и различие методов описания по Лагранжу и Эйлеру?
Что характеризует дивергенция? Является она скалярной или векторной величиной?
Основные предпосылки при выводе гидравлического уравнения неразрывности.
Может ли быть плоскопараллельное движение вихревым?
В чем недостатки и преимущества натуральной системы координат по сравнению с декартовой?

- **Темы курсовых работ:** курсовая работа не предусмотрена, но при желании студент, общаясь с преподавателем, может получить тему курсовой работы (сообразуясь с интересами), которая в дальнейшем может быть расширена до выпускной работы.
- **Требования к экзамену**

По каждой дисциплине направления преподаватель разрабатывает собственную шкалу оценок. Обучающийся получает допуск к экзамену по дисциплине, если в течение семестра он набирает не менее 50 баллов. По указанной дисциплине применяется следующая шкала

Баллы, полученные обучающимися по дисциплине в течение учебного года	Академическая оценка	
60-70 баллов	удовлетворительно	
71-85 баллов	хорошо	
86-100 баллов	отлично	

Если количество баллов, которое наберет обучающийся в течение учебного года, будет недостаточным для допуска к экзамену, преподаватель вправе потребовать от обучающегося выполнения дополнительных заданий для получения большего количества баллов. Решение о возможности и форме выполнения обучающимся дополнительных заданий для получения большего количества баллов принимается преподавателем в зависимости от работы студента в течение учебного года.

Допуск к экзамену обучающийся получает в том случае, если за работу в течение своей работы он набирает не менее 50 баллов. Далее, оценка уточняется в зависимости от ответа на экзамене (см. табл. выше). При положительной работе студента в течение учебного года (с количеством баллов от 60 и выше) оценка, при согласовании со студентом, может быть выставлена досрочно (до экзамена). При активном участии обучающегося в научной работе (тезисы, статьи, выступления на конференциях) преподаватель может добавить до 10 бонусных баллов, но общее количество баллов не должно превышать 100.

Если студент имеет какие-либо «долги», то он может их погасить в отведенное преподавателю время на индивидуальную работу со студентами (расписание консультаций – на доске объявлений, в деканате и на кафедре).

- **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Гипотеза сплошности. Элементарный объем. Плотность. Сжимаемость и несжимаемость жидкости. Скалярное поле и его градиент.
2. Исследование движения жидкости по методу Лагранжа.
3. Исследование движения жидкости по методу Эйлера.
4. Субстанциональная производная. Локальная и конвективная производные. Условия существования конвективной производной.
5. Стационарное и нестационарное движения. Запись ускорения (индивидуальной производной) в векторном и скалярном видах для нестационарного и стационарного движений.
6. Траектории. Дифференциальные уравнения траектории. Струя.
7. Линии тока. Дифференциальные уравнения линии тока. Трубки тока.
8. Поток вектора скорости через поверхность, перпендикулярную потоку.
9. Поток вектора скорости через поверхность, направленную под углом к потоку.
10. Поток произвольного вектора через замкнутую и незамкнутую поверхность. Физический смысл.
11. Условия существования источников и стоков в потоке.
12. Дивергенция векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса в векторной форме.
13. Уравнение неразрывности в форме Эйлера (вывод).
14. Уравнение неразрывности, выраженное через индивидуальную производную. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости.
15. Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру.
16. Вихрь скорости. Теорема Стокса в векторной форме.
17. Теорема Коши-Гельмгольца о движении жидкой частицы.
18. Тензор скоростей деформации.
19. Вихревое движение. Уравнение вихревых линий. Поток вихря скорости через произвольное сечение вихревой трубки (2-я теорема Гельмгольца).
20. Безвихревое движение жидкости. Потенциал скорости.
21. Плоскопараллельное движение несжимаемой жидкости. Функция тока.
22. Применение теории функций комплексного переменного к изучению плоскопараллельного безвихревого движения несжимаемой жидкости.

Разработчик:

(подпись)	Зав. кафедрой гидрологии и природопользования (занимаемая должность)	А.В. Аргучинцева (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования
«17» января 2017 г., протокол № 8

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.