

К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева, Е.Ю. Першакова
Институт машиноведения и автоматизации НАН КР, г. Бишкек.
gulsaat@mail.ru, 87guzuza@mail.ru

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ «РАССТОЯНИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ» КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ВОДЫ ДРУГ ОТ ДРУГА, ИЗМЕРЯЕМЫХ В ДВУХ СОСЕДНИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧКАХ

Предложен метод определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках. Предлагаемые значения указанного «расстояния независимости» основаны на использовании или длины пути смешения, или поперечного масштаба турбулентности, или на эмпирическом значении «расстояния независимости» вдоль которого коэффициент корреляции между измеряемыми характеристиками изменяется от единицы до нуля. В результате анализа указанных вариантов значений удастся установить их область применимости.

Ключевые слова: путь смешения, продольная компонента, вертикальная компонента, скорость, расстояние независимости, турбулентность, корреляция.

Введение. Известен способ определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках [1], заключающийся в синхронном измерении продольной компоненты скорости воды в двух соседних измерительных точках в продольном направлении и определении координаты точки, в которой коэффициент корреляции измеренных значений указанной характеристики равен нулю [2, конкретная ссылка стр. 250].

Постановка задачи исследований. Недостатком известного метода является то обстоятельство, что в нем нет конкретных указаний по определению «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга в продольном направлении, измеряемых в двух соседних измерительных точках.

Задача исследования: определение «расстояния независимости» пульсаций вертикальной компоненты скорости воды, измеряемых в двух соседних измерительных точках по вертикали.

Решение поставленной задачи. В вышеуказанном методе определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках, заключающемся в синхронном измерении продольной компоненты скорости воды. Измерения проводятся в двух соседних измерительных точках в продольном направлении и определяются координаты точки, в которой коэффициент корреляции измеренных значений

указанной характеристики равен нулю. Предлагается метод, в котором синхронно измеряют пульсации вертикальной компоненты скорости воды в двух соседних измерительных точках по вертикали, причем подобные измерения проводят для случаев различных расстояний между измерительными точками. По результатам измерений строят график зависимости коэффициента корреляции от расстояния между измерительными точками. Находят на графике точку, где коэффициент корреляции или равен нулю, или близок к нулю, или изменяет свой знак на противоположный, а разность координат в точке 1 и в точке нулевой корреляции считают «расстоянием независимости» пульсаций вертикальной компоненты скорости воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках.

Подобное исполнение метода определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках, позволяет обоснованным образом найти координату точки, в которой коэффициент корреляции пульсаций вертикальной компоненты скорости воды, измеренный в двух соседних измерительных точках по направлению вертикали или равен нулю, или близок к нулю, или изменяет свой знак на противоположный.

Обоснование предлагаемого метода определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках осуществляют следующим образом.

В гидродинамике известна формальная аналогия между явлениями физической диффузии и турбулентной диффузии [2, конкретная ссылка стр. 271], которая позволяет сопоставить между собой длину свободного пробега молекулы и длины пути смешения (перемешивания).

Согласно закономерностям физической диффузии следует, что на протяжении длины свободного пробега (а точнее в конце ее, т.е. в результате столкновения молекул друг с другом) происходит окончание акта индивидуального обмена количества движения между молекулами.

Применительно к явлению турбулентной диффузии можно полагать, что подобный акт обмена в случае турбулентной диффузии происходит в конце длины пути смешения (перемешивания).

В тоже время в литературе [3, конкретная ссылка стр. 113, §25] существует понятие поперечных масштабах турбулентности, которые можно также полагать как отрезки пути, в конце которого заканчивается процесс обмена количеством движения между отдельными объемами воды. Кроме того в гидродинамике [2, конкретная ссылка стр.250] содержится указание на то, что в случае малого расстояния между соседними измерительными точками коэффициент корреляции между продольными компонентами скорости воды, измеряемыми в двух соседних измерительных точках, равен нулю.

Следовательно, имеем три разных суждения о «расстоянии независимости» между продольными компонентами скорости воды, измеряемыми в двух соседних измерительных точках в продольном направлении.

В тоже время необходимо принять во внимание следующие обстоятельства: в первом методе осуществляют анализ отношений между продольными компонентами скорости воды, измеряемыми в продольном направлении, в нашем случае речь идет о пульсациях вертикальной компоненты скорости воды, измеряемых в вертикальном

направлении. Таким образом, мы предлагаем определять «расстояния независимости» по результатам измерений пульсаций вертикальной компоненты скорости воды, измеряемых в двух соседних измерительных точках по вертикали.

Структурная блок-схема метода определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках состоит из 7-ми блоков (рисунок):



Рисунок – Структурная блок-схема предлагаемого метода определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках.

- синхронных измерений вертикальной компоненты скорости воды в двух соседних измерительных точках (1, 2) в течение промежутка времени Δt (блок 1);
- определения пульсаций измеренной вертикальной компоненты скорости воды в указанных точках в упомянутом промежутке времени (блок 2);
- вычисления коэффициента линейной корреляции между измеренными пульсациями вертикальной компоненты скорости воды в точках 1, 2 в течение промежутка времени Δt (блок 3);
- повторения подобного цикла измерений для случаев, когда координата точки 1 фиксирована, а координату точки 2 варьируют (при достижении числа вариантов не менее 5) (блок 4);
- графического построения полученных результатов в координатах «коэффициент корреляции, расстояние между измерительными точками» (блок 5);
- поиска координаты точки, в которой коэффициент корреляции или равен нулю, или близок к нулю, или меняет свой знак на противоположный (блок 6);
- определения «расстояния независимости» как разность между координатой точки 1 и координатой точки нулевой корреляции (блок 7).

Метод определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках, реализуют следующим образом:

- блок 1– синхронно измеряют вертикальные компоненты скорости воды в двух соседних измерительных точках (1, 2) в течение промежутка времени Δt ;
- блок 2– определяют пульсации измеренной вертикальной компоненты скорости воды в указанных точках в упомянутом промежутке времени;
- блок 3 – вычисляют коэффициенты линейной корреляции между измеренными пульсациями вертикальной компоненты скорости воды в точках 1, 2 в течение промежутка времени Δt ;
- блок 4 – повторяют подобный цикл измерений для случаев, когда координата точки 1 фиксирована, а координату точки 2 варьируют (при достижении числа вариантов не менее 5);
- блок 5 – строят графически полученные результаты в координатах «коэффициент корреляции, расстояние между измерительными точками»;
- блок 6 – проводится поиск координаты точки, в которой коэффициент корреляции или равен нулю, или близок к нулю, или меняет свой знак на противоположный;
- блок 7– определяют «расстояние независимости», как разность между координатой точки 1 и координатой точки нулевой корреляции.

Заключение. Предложен метод определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках. Предлагаемые значения указанного «расстояния независимости» основаны на использовании или длины пути смешения, или поперечного масштаба турбулентности, или на эмпирическом значении «расстояния независимости» вдоль которого коэффициент корреляции между измеряемыми характеристиками изменяется от единицы до нуля. В результате анализа указанных вариантов значений удастся установить их область применимости.

Литература

- 1 Заявка на выдачу патента КР вх. 3535 от 08.07.2019г. Способ определения «расстояния независимости» кинематических характеристик потока воды друг от друга, измеряемых в двух соседних измерительных точках / Пресняков К.А., Керимкулова Г.К., Аскалиева Г.О., Першакова Е.Ю.
- 2 М.А.Великанов. Динамика русловых потоков, Т.1 Структура потока. М.: Госиздат техн.-теор. лит., 1954, 323 с.
- 3 Минский Е.М. Турбулентность руслового потока. – Л.: ГИМИЗ, 1952.–164с.